DAS SCHÄDELRHEOGRAMM DES KRANKEN

Johannes Kaczynski

1972

AUS DER ABTEILUNG FÜR KLINISCHE NEUROPHYSIOLOGIE
(LEITER: PROF.DR. JOHANN KUGLER)
DER NEUROLOGISCHEN - KLINIK DER UNIVERSITÄT
MÜNCHEN
DIREKTOR: PROF.DR. A. SCHRADER

DAS SCHÄDELRHEOGRAMM DES KRANKEN

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der Ludwig - Maximilians - Universität zu München

vorgelegt
von
Johannes Kaczynski
aus
Rosenheim

München 1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Berichterstatter : Prof.Dr.J.Kugler

Mitberichterstatter: Prof.Dr.A.Schrader

Dekan :Prof.Dr.W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung : 21.3.1972

DISSERTATIONS – und FOTODRUCK FRANK oHG
8000 München 2 · Gabelsbergerstr. 15 · Tel.: 2 80 90 90

INHALTSVERZEICHNIS

	Abkürzungsverzeichnis	1
I.	Fragestellung	2
II.	Material	5
III.	Methoden	6
	1. Aufzeichnung der Schädelrheogramme	6
	2. Meßpunkte mit Musterrheogramm	7
	3. Erläuterung des Kurvenverlaufs	8
	4. Auswertung des Kurvenverlaufs	8
	5. Abhängigkeit des Meßstreckenwiderstandes von der Amplitudenhöhe	9
IV.	Ergebnisse	10
	1. Mittelwerte der Amplituden und Zeiten und ihre Abhängigkeit	10
	2. Amplituden des ersten Gipfels rechts und links, bezogen auf die Blutdruckwerte	15
	3. Zeiten bis zum Erscheinen des ersten Gipfels rechts und links, bezogen auf die Blutdruckwerte	20
	4. Amplituden des ersten Gipfels rechts und links, bezogen auf die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeits-Werte	25
	5. Zeiten bis zum Erscheinen des ersten Gipfels rechts und links, bezogen auf die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeits-Werte	32
V.	Besprechung	40
VI.	Zusammenfassung	46
VII.	Literaturverzeichnis	47
VIII.	Graphische Darstellungen (1 bis 24)	50

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BKS	=	Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeit
kHz	=	Kilohertz
A	=	Zäsuren im Rheogramm
G	=	Gipfel im Rheogramm
a	=	Zeiten bis zum Erscheinen der Gipfel und Zäsuren im Rheogramm
R	=	R-Zacke des EKG's
ON	=	Obere Normgrenze
UN	=	Untere Normgrenze
i.d.N.	=	in der Norm
u.d.N.	=	unter der Norm
ü.d.N.	=	über der Norm
HW	=	Höchstwert
MW	=	Mittelwert
TW	=	Tiefstwert
σ	=	Standardabweichung
l	=	Ableitung an der linken Hemisphäre
r	=	Ableitung an der rechten Hemisphäre

I. FRAGESTELLUNG

Die ersten Experimente auf dem Gebiet der Rheographie, der Registrierung von pulssynchronen, elektrischen Widerstandsänderungen, wurden im Jahr 1926 unternommen.

Im Jahr 1943 bediente sich S.KOEPPEN (10) erstmals des rheographischen Verfahrens im klinischen Bereich, und zwar zur Diagnostik der Extremitätendurchblutung.

K.POLZER und F.SCHUHFRIED (17) hatten im Jahr 1950 die Rheographie dahingehend entwickelt, daß sie als Rheoencephalographie angewendet werden konnte. Sie ermöglichte nunmehr, Leitfähigkeitsänderungen am Schädel festzustellen und dadurch das cerebrale Gefäßgeschehen zu beurteilen. Es handelte sich um eine rein elektrische Methode, wobei der Rheograph aus einer Wheatstone'schen Brücke bestand, die mit Wechselstrom von 30 kHz gespeist wurde. Nach E.DOBNER (3) wurden dabei Durchblutungsgrößen gemessen und registriert.

Seit dem Jahr 1953 beschäftigten sich H.LECHNER und H.RODLER (13) mit den Problemen und Schwierigkeiten, die sich bei dieser Anwendung der Rheoencephalographie ergaben. Die beiden Autoren entwickelten eine neue Methode, die ihnen für die Registrierung intrakranieller Kreislaufveränderungen erfolgversprechender erschien.

Diese Methode besteht darin, daß elektrischer Strom von 9 kHz mittels eines Paares von Oberflächenelektroden durch den Schädel geschickt wird. Der durchfließende Strom verursacht im Schädelinneren Spannungsabfälle, die sich wie die biologischen Spannungen von der Oberfläche her abgreifen lassen. Durch EEG-Elektroden, werden diese Spannungen abgenommen, verstärkt, demoduliert, weiter verstärkt und über ein EEG-Gerät registriert.

Der von J.GUTMANN (5) entwickelte und im Jahr 1967 der Offentlichkeit vorgestellte "Peripheromat" arbeitet nach einer wiederum anderen Methode. Sie besteht darin, daß durch die Meßstrecke "eingeprägter" Wechselstrom von 30 kHz geschickt wird. Das Wort "eingeprägt" bedeutet hier, daß die Stromstärke unabhängig von den Übergangswiderständen zwischen Elektroden und Haut ist. Innerhalb der Stromelektroden läßt sich die Spannung abgreifen und wird einem Verstärker mit dem Eichwiderstand zugeführt. Nachdem die Wechselspannung verstärkt und die Hochfrequenz gleichgerichtet ist, entsteht eine Spannung, die dem Gesamtwiderstand entspricht, der wiederum auf dem Instrument angezeigt wird. Da die Widerstandsänderungen sehr gering sind, müssen sie weiterverstärkt werden. Die Spannung wird über Kondensatoren gekoppelt und einem Schnellschreiber zugeführt, um die jeweils erhaltenen Änderungen aufzeichnen zu können.

Der vorliegenden Arbeit ist eine vierfache Aufgabe gestellt:

I. Es sollen die arithmetischen Mittel-, Höchst- und Tiefstwerte der ersten drei erscheinenden Gipfel und ihrer entsprechenden Zäsuren bei 125 Patienten der Nervenklinik der Universität München errechnet werden.

II. Es sollen die arithmetischen Mittel-, Höchst- und Tiefstwerte der den Gipfeln und Zäsuren entsprechenden Zeiten errechnet werden.

Aus I und II ergeben sich folgende Fragen:

1. Gibt es Differenzen der errechneten arithmetischen Mittelwerte zwischen rechts und links?
2. Wie groß ,sind sie?
3. Besteht eine Beziehung zwischen Amplitudenhöhe und den entsprechenden Zeiten?

III. Es soll geklärt werden, ob eine Abhängigkeit zwischen den arithmetischen Mittelwerten der Rheoamplituden des ersten Gipfels rechts und links mit der entsprechenden Zeit und den Blutdruckwerten der Patienten besteht.

IV. Es soll festgestellt werden, ob eine Abhängigkeit zwischen den arithmetischen Mittelwerten der Rheoamplituden des ersten Gipfels rechts und links mit den entsprechenden Zeiten und den Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeiten der Patienten besteht.

Zu III und IV stellen sich noch folgende Fragen:

1. Wo liegt bei den Amplitudenwerten der statistische Mittelwert?
2. Wie weit erstreckt sich der Normbereich der Amplitudenhöhen und der Zeiten?
3. Wieviele Patienten liegen innerhalb und wieviele außerhalb dieses Normbereichs?

II. MATERIAL

Die Rheogrammableitungen wurden an 125 Patienten der Nervenklinik der Universität München vorgenommen, die wegen verschiedener Schädeldefekte stationär in dieser Klinik behandelt wurden. Bei den Patienten handelte es sich um 87 Frauen und 38 Männer.
Ihr Alter betrug:

Minimum	Maximum	Mittel
16 Jahre	76 Jahre	47,5 Jahre

Eventuelle Abhängigkeiten der Rheogramme von der jeweiligen Krankheit, von Geschlecht und Alter der Patienten bleiben in dieser Arbeit unberücksichtigt.

III. METHODEN

1. Aufzeichnung der Schädelrheogramme

Zur Aufzeichnung der auszuwertenden Schädelrheogramme wurde der von J.GUTMANN (5) entwickelte Rheograph verwendet, der in Verbindung mit einem Mehrkanalregistriergerät das synchrone Aufzeichnen von Pulskurven ermöglicht.

Außen am Gerät befinden sich:
eine Eingangsbuchse für den Anschluß des siebenpoligen Patientenkabels, eine Eichtaste, ein Eingangsumschalter, ein Meßinstrument, das den Gesamtwiderstand angibt, ein Netzschalter, eine Sicherung und die Ausgangsbuchsen.

Im Inneren des Geräts sind:
drei gedruckte Schaltungsplatten, nämlich der elektronische Regler für die Betriebsspannung und zwei Pletysmographenplatten.
Der Eichgeber besitzt zwei Stufen von 50 und 100 Ω Gesamtwiderstand. Beim Eindrücken der Eichtaste entstehen Widerstandsänderungen von 50 Ω.

Zur Ableitung wurden den Patienten je zwei Elektroden an jeder Gehirnhemisphäre angelegt und zwar temporal vorne und temporal hinten. Eine Elektrode befand sich außerdem frontal unterhalb der sutura coronalis und eine weitere occipital in Höhe der protuberantia occipitalis externa. Diese Ableitungsvoraussetzung wurde schon von G.FRIEDMANN (4) beschrieben.

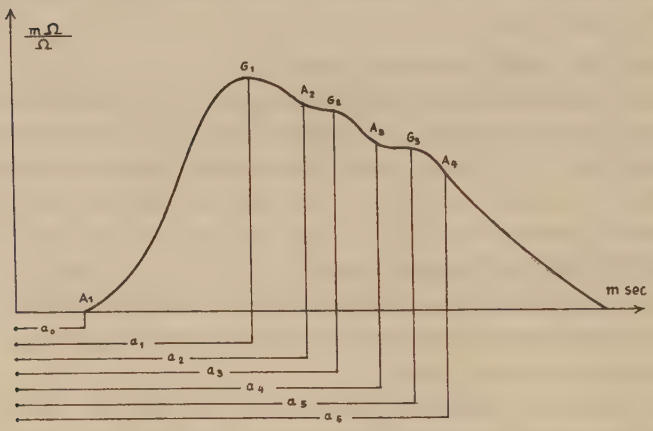
Um genaue Zeitvergleiche zu erhalten, wurde bei der Aufzeichnung der rheographischen Kurven der 125 Patienten das EKG mitgeschrieben. Die Geschwindigkeiten, mit denen Rheokurven aufgezeichnet wurden, betrugen 30 mm/sec und 100 mm/sec.

Nur die aus letzterer Geschwindigkeit resultierenden Kurven werden in dieser Arbeit ausgewertet.

2. Meßpunkte mit Musterrheogramm

Bei der Auswertung wird von den durch H.MARKL (14) festgestellten Meßpunkten ausgegangen.

Musterrheogramm:



R = R-Zacke des EKG's
A_1 = Ausgangspunkt = Fußpunkt
G_1 = erster Gipfel
A_2 = erste Zäsur = erstes Tal
G_2 = zweiter Gipfel
A_3 = zweite Zäsur = zweites Tal
G_3 = dritter Gipfel
A_4 = dritte Zäsur = drittes Tal

a_0 = Zeit von der Erregung R bis zum Ausgangspunkt A_1
a_1 = Zeit von der Erregung R bis zum ersten Gipfel G_1
a_2 = Zeit von der Erregung R bis zum ersten Tal A_2
a_3 = Zeit von der Erregung R bis zum zweiten Gipfel G_2
a_4 = Zeit von der Erregung R bis zum zweiten Tal A_3
a_5 = Zeit von der Erregung R bis zum dritten Gipfel G_3
a_6 = Zeit von der Erregung R bis zum dritten Tal A_4

3. Erläuterung des Kurvenverlaufs

Die sogenannte "klassische" Rheogrammkurve hat das Aussehen des auf Seite 7 abgebildeten Musterrheogramms. Sie setzt sich aus vier bis fünf Gipfeln zusammen. Nach dem raschen, steilen anakroten Kurvenanstieg, vom Ausgangspunkt A_1 ausgehend, bildet die Kurve einen Gipfel G_1, der in der "klassischen" Form am höchsten liegt, also die größte Amplitude besitzt. Daran schließen sich in einem langsamen katakroten Kurventeil noch drei bis vier Gipfel an, die jeweils niedriger liegen. Zwischen diesen Gipfeln G_1 bis G_5 lassen sich mehr oder weniger deutliche Täler, die Zäsuren A_2 bis A_4, erkennen.

Für die Diagnostik der Rheokurve haben nur die ersten drei der fünf erscheinenden Gipfel Bedeutung, da die letzten beiden wahrscheinlich durch Nachschwankungen entstehen, die vom peripheren Kreislaufwiderstand verursacht werden.

4. Auswertung des Kurvenverlaufs

Um Schwankungen, die bei der Aufzeichnung mehrerer Pulswellen hintereinander durch respiratorische Einflüsse in der Höhe der Ausgangspunkte entstehen, auszuschalten, werden die Punkte A_1 zweier aufeinanderfolgender Pulswellen durch eine Gerade verbunden. Aus dem Abstand der Kurvenpunkte von dieser Geraden ergibt sich die Höhe der Amplituden. Es werden drei aufeinanderfolgende Pulswellen ausgemessen und der arithmetische Mittelwert, der in mm gemessen wird, in $\frac{m\Omega}{\Omega}$ umgerechnet. Die Zeiten, die im Rheogramm den Gipfeln und Tälern entsprechen, werden vom QRS-Komplex des EKG's aus gemessen, das zum zeitlichen Vergleich mitregistriert wird.

Nach H.MARKL (14) empfiehlt es sich, die Amplitudenhöhen auf den gemessenen Gesamtwiderstand des betreffenden Körperteils zu beziehen, um Rheogramme,

die an Körperteilen mit verschiedenen Querschnitten abgeleitet werden, vergleichen zu können. Hierzu werden die Amplituden des Rheogramms durch den gesamten Widerstand - bei Rheoencephalographie entspricht dieser Widerstand dem Meßstreckenwiderstand - dividiert. Dieser Bruch kennzeichnet das relative Pulsvolumen und kann daher zum Vergleich verschiedener Rheogramme herangezogen werden.

5. Abhängigkeit des Meßstreckenwiderstandes von der Amplitudenhöhe

Da nach H.MARKL (14) eine lineare Abhängigkeit zwischen der Amplitudenhöhe und dem Meßstreckenwiderstand besteht, ist es erforderlich, die Gipfel und Täler auf den Meßstreckenwiderstand zu normieren, so daß sich die Amplitudenhöhe $\frac{m\Omega}{\Omega}$ ergibt.

IV. ERGEBNISSE

1. Mittelwerte der Amplituden und Zeiten und ihre Abhängigkeit

Bei der Auswertung der Rheogramme der erwähnten 125 Patienten ergibt sich, daß die gemessenen Amplitudenwerte bei der Ableitung an der linken Hemisphäre höher sind als die an der rechten Hemisphäre abgeleiteten. Zum gleichen Ergebnis kam auch H.MARKL (14) bei seinen Untersuchungen an gesunden Versuchspersonen.

Die Tabellen 1 bis 4 zeigen die arithmetischen Mittel-, Höchst- und Tiefstwerte

der ersten drei Gipfel rechts:

Tabelle 1

	Totalwerte	MW	HW	TW	
G_1r	106,28	0,85	1,98	0,09	$\frac{m\Omega}{\Omega}$
G_2r	106,33	0,85	2,61	0,12	$\frac{m\Omega}{\Omega}$
G_3r	64,97	0,52	1,70	0,05	$\frac{m\Omega}{\Omega}$

der ersten drei Täler rechts:

Tabelle 2

	Totalwerte	MW	HW	TW	
A_2r	96,71	0,77	1,81	0,06	$\frac{m\Omega}{\Omega}$
A_3r	73,33	0,58	1,66	0,08	$\frac{m\Omega}{\Omega}$
A_4r	38,95	0,31	1,73	0,02	$\frac{m\Omega}{\Omega}$

der ersten drei Gipfel links:

Tabelle 3

	Totalwerte	MW	HW	TW	
G_1l	113,38	0,90	1,91	0,20	$\frac{m\Omega}{\Omega}$
G_2l	113,23	0,90	1,83	0,05	$\frac{m\Omega}{\Omega}$
G_3l	75,03	0,60	1,45	0,03	$\frac{m\Omega}{\Omega}$

der ersten drei Täler links:

Tabelle 4

	Totalwerte	MW	HW	TW	
A_2l	107,25	0,85	1,80	0,22	$\frac{m\Omega}{\Omega}$
A_3l	80,40	0,64	1,58	0,07	$\frac{m\Omega}{\Omega}$
A_4l	47,05	0,37	1,36	0,04	$\frac{m\Omega}{\Omega}$

Subtraktion der Amplitudenwerte rechts von links ergibt

für die Gipfel:

Tabelle 5

	Totalwerte	MW	
$G_1l - G_1r$	7,10	0,05	$\frac{m\Omega}{\Omega}$
$G_2l - G_2r$	6,90	0,05	$\frac{m\Omega}{\Omega}$
$G_3l - G_3r$	11,06	0,08	$\frac{m\Omega}{\Omega}$

für die Täler:

Tabelle 6

	Totalwerte	MW	
$A_2l - A_2r$	10,54	0,08	$\frac{m\Omega}{\Omega}$
$A_3l - A_3r$	7,07	0,06	$\frac{m\Omega}{\Omega}$
$A_4l - A_4r$	8,10	0,05	$\frac{m\Omega}{\Omega}$

Bei der Auswertung ergeben sich außerdem für die Zeiten bis zum Erscheinen der Gipfel und Täler an der rechten Hemisphäre höhere Mittelwerte als an der linken:

für die Zeiten der Gipfel rechts:

Tabelle 7

	MW	HW	TW	
a_1r	239	403	137	msec
a_3r	390	582	268	msec
a_5r	569	877	395	msec

für die Zeiten der Gipfel links:

Tabelle 8

	MW	HW	TW	
a_1l	236	398	138	msec
a_3l	382	608	278	msec
a_5l	552	780	260	msec

für die Zeiten der Täler rechts:

Tabelle 9

	MW	HW	TW	
a_2r	311	485	185	msec
a_4r	472	710	335	msec
a_6r	667	928	472	msec

für die Zeiten der Täler links:

Tabelle 10

	MW	HW	TW	
a_2l	303	513	152	msec
a_4l	468	772	340	msec
a_6l	654	1095	488	msec

Subtraktion der Zeiten bis zum Erscheinen der Gipfel rechts von links ergibt

für die Gipfel:

Tabelle 11

	MW	
$a_1r - a_1l$	3	msec
$a_3r - a_3l$	8	msec
$a_5r - a_5l$	17	msec

für die Täler:

Tabelle 12

	MW	
$a_2r - a_2l$	8	msec
$a_4r - a_4l$	4	msec
$a_6r - a_6l$	13	msec

Aus den Tabellen 1 bis 12 für die Mittelwerte der Amplituden der Gipfel und Täler und ihre entsprechenden Zeiten geht hervor, daß bei höheren Amplituden, wie sie sich bei der Ableitung an der linken Hemisphäre ergeben, die Zeiten bis zum Erscheinen der Gipfel und Täler kürzer sind, als bei den etwas kleineren Amplituden, die sich bei der Ableitung an der rechten Hemisphäre ergeben. Der anakrote Kurvenanstieg, bis zum Erscheinen des ersten Gipfels, erfolgt demnach bei der Ableitung an der linken Hemisphäre steiler und schneller, als bei der an der rechten.

Den schnelleren anakroten Anstieg links gegenüber rechts macht folgende Gegenüberstellung der Zeiten a_0 und a_1 deutlicher:

Tabelle 13

	MW	HW	TW	
a_0r	119	185	40	msec
a_1r	239	403	137	msec

Tabelle 14

	MW	HW	TW	
a_0l	203	178	53	msec
a_1l	236	398	138	msec

Die Subtraktion $a_1r - a_0r$ ergibt 120 msec.

Die Subtraktion $a_1l - a_0l$ ergibt 33 msec.

Links erfolgt also der Anstieg vom Ausgangspunkt A_1 bis zum Erscheinen des ersten Gipfels fast viermal so schnell, wie auf der rechten Seite.

Für den katakroten Kurvenabschnitt ergibt sich aus den Mittelwerten, daß er bei der Ableitung an der linken Hemisphäre steiler und schneller abfällt als bei der Ableitung an der rechten.

2. Amplituden des ersten Gipfels rechts und links, bezogen auf die Blutdruckwerte.

Um zu erfahren, ob zwischen den Amplituden von G_1 und den systolischen und diastolischen Blutdruckwerten und der Blutdruckamplitude eine Abhängigkeit besteht, werden die arithmetischen Mittel-, Höchst- und Tiefstwerte von G_1 rechts und links errechnet (Tabellen 15, 16, 19, 20, 23, 24) und graphisch dargestellt (Graphische Darstellungen 1 bis 6).

Zur Bestimmung des Normbereichs der Amplituden werden die statistischen Mittelwerte aus 50% der Amplituden der jeweiligen ersten Gipfel mit ihren Standardabweichungen (6), sowie die untere und obere Normgrenze der Amplituden errechnet; überdies wird die Anzahl der Patienten, die sich innerhalb, unterhalb und oberhalb dieses Normbereichs befinden, festgestellt (Tabellen 17, 18, 21, 22, 25, 26).

Die gemessenen systolischen Blutdruckwerte erstrekken sich bei den 125 Patienten von 85 bis 195 mmHg.

a) Erster Gipfel G_1 rechts und links, bezogen auf den systolischen Blutdruckwert, und ihre statistischen Mittelwerte und Schwankungsbreiten.

Für G_1 rechts:

Tabelle 15

RR syst.	MW	HW	TW
95	1,13	1,20	1,06
100	0,78	1,18	0,20
105	0,76	0,92	0,63
110	0,80	1,35	0,41
115	0,81	1,35	0,31
120	1,00	1,58	0,60
125	0,79	1,80	0,35
130	0,83	1,98	0,16
135	0,82	1,62	0,55
140	0,67	0,95	0,36
145	0,69	0,90	0,53
150	0,87	1,32	0,38
155	1,11	1,45	0,77
160	0,93	1,51	0,50
165	0,93	0,93	0,93
180	1,51	1,90	1,12
190	0,77	0,79	0,75

Für G_1 links:

Tabelle 16

RR syst.	MW	HW	TW
95	0,93	1,12	0,74
100	0,61	0,85	0,20
105	0,75	0,96	0,36
110	1,00	1,43	0,50
115	0,94	1,85	0,57
120	0,91	1,38	0,35
125	0,71	1,03	0,29
130	1,03	1,68	0,28
135	1,05	1,91	0,52
140	0,74	1,13	0,34
145	0,80	1,10	0,53
150	0,82	1,78	0,45
155	0,65	0,67	0,63
160	1,06	1,50	0,70
165	1,84	1,84	1,84
180	1,34	1,77	0,92
190	1,09	1,15	1,04

Wie aus den Tabellen 15 und 16 und den dazugehörigen graphischen Darstellungen 1 und 2 hervorgeht, besteht zwischen dem Gipfel G_1 rechts und links und dem systolischen Blutdruckwert keine Abhängigkeit.

Zu G_1 rechts:

Tabelle 17

MW	6	UN	ON	i.d.N.	u.d.N.	ü.d.N.
0,82	± 0,33	0,49	1,15	94	16	15

Zu G_1 links:

Tabelle 18

MW	σ	UN	ON	i.d.N.	u.d.N	ü.d.N
0,84	$\pm$ 0,34	0,50	1,18	85	16	24

Für G_1 rechts ist der statistische Mittelwert 0,82 $\frac{m\Omega}{\Omega}$; 94 Patienten liegen im Normbereich.
Für G_1 links ist der statistische Mittelwert 0,84 $\frac{m\Omega}{\Omega}$; 85 Patienten liegen im Normbereich.

b) Erster Gipfel G_1 rechts und links, bezogen auf den diastolischen Blutdruckwert, und ihre statistischen Mittelwerte und Schwankungsbreiten.

Für G_1 rechts:

Tabelle 19

RR diast.	MW	HW	TW
50	0,33	0,33	0,33
55	0,12	0,12	0,12
60	0,91	1,58	0,23
65	0,99	1,46	0,64
70	0,88	1,98	0,20
75	0,83	1,22	0,57
80	0,77	1,90	0,16
85	0,80	1,80	0,28
90	0,84	1,77	0,40
95	0,80	1,51	0,35
100	0,78	1,32	0,44
105	0,69	0,79	0,59
110	0,50	0,50	0,50
115	0,50	0,50	0,50

Für G_1 links:

Tabelle 20

RR diast.	MW	HW	TW
50	0,62	0,62	0,62
55	0,74	0,74	0,74
60	1,06	1,58	0,23
65	0,93	1,43	0,50
70	0,85	1,68	0,20
75	1,04	1,57	0,20
80	0,89	1,91	0,34
85	0,84	1,85	0,29
90	0,95	1,84	0,48
95	0,87	1,50	0,38
100	0,70	1,02	0,47
105	0,77	1,04	0,51
110	0,70	0,70	0,70
115	0,64	0,64	0,64

Beim Vergleichen der Tabellen 19 und 20 und der dazugehörigen graphischen Darstellungen 3 und 4 wird eine Abhängigkeit zwischen dem diastolischen Blutdruckwert und der Amplitude von G_1 erkennbar: Abgesehen von den beiden Werten bei 50 und 55 mmHg, die nur von je einem Patienten geliefert werden, nehmen die Amplitudenwerte von G_1 mit zunehmendem diastolischen Blutdruck ab.

In Tabelle 19 und Darstellung 3 ist die annähernd gleichmäßige Abnahme der Amplitudenwerte von G_1 gegenüber dem diastolischen Blutdruckwert deutlich festzustellen.

Im Vergleich dazu erfolgt die Abnahme der Amplitudenwerte von G_1 links (vgl. Tabelle 20 und Darstellung 4) "stufenweise", wobei wiederum die ersten beiden Werte vernachlässigt werden können. Es lassen sich Gruppen von je drei diastolischen Blutdruckwerten feststellen, bei denen jeweils der erste und zweite Wert einer Gruppe höher ist als der letzte, also tiefste Wert der vorhergehenden; dadurch ergibt sich dieser stufenartige Abfall.

Zu G_1 rechts:

Tabelle 21

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
0,76	$\pm$0,33	0,43	1,09	91	11	23

Zu G_1 links:

Tabelle 22

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
0,85	$\pm$0,35	0,50	1,20	83	16	26

Für G_1 rechts ist der statistische Mittelwert 0,76 $\frac{m\Omega}{\Omega}$; 91 Patienten liegen im Normbereich.
Für G_1 links ist der statistische Mittelwert 0,85 $\frac{m\Omega}{\Omega}$; 83 Patienten liegen im Normbereich.

c) Erster Gipfel G_1 rechts und links, bezogen auf die Blutdruckamplitude, und ihre statistischen Mittelwerte und Schwankungsbreiten.

Für G_1 rechts:

Tabelle 23

RR Ampl.	MW	HW	TW
20	0,72	0,72	0,72
25	0,71	1,18	0,23
30	0,70	1,35	0,20
35	0,84	1,00	0,64
40	0,83	1,80	0,33
45	0,85	1,62	0,28
50	0,79	1,32	0,16
55	0,80	1,46	0,53
60	1,04	1,98	0,36
65	0,99	1,51	0,38
70	1,10	1,45	0,76
75	0,68	0,93	0,44
80	0,81	0,81	0,81
85	0,79	0,79	0,79
95	0,76	0,76	0,76

Für G_1 links:

Tabelle 24

RR Ampl.	MW	HW	TW
20	0,81	0,81	0,81
25	0,65	1,02	0,23
30	0,86	1,85	0,20
35	0,89	1,16	0,55
40	0,82	1,51	0,29
45	0,91	1,45	0,42
50	0,87	1,37	0,46
55	1,01	1,91	0,29
60	0,93	1,68	0,34
65	0,97	1,50	0,45
70	1,04	1,78	0,63
75	1,10	1,84	0,47
80	1,08	1,08	1,08
90	1,15	1,15	1,15
100	1,77	1,77	1,77

Während sich für G_1 rechts (vgl. Tabelle 23 und Darstellung 5) keine Abhängigkeit zwischen der Blutdruckamplitude und dem Mittelwert der Gipfelamplitude zeigt, wenngleich die Werte von G_1 rechts im mittleren Bereich der Blutdruckamplitude etwas ansteigen, so ist bei G_1 links (vgl. Tabelle 24 und Darstellung 6) zu erkennen, daß mit Zunahme der Blutdruckamplitudenwerte auch die Gipfelamplitude zunimmt.

Zu G_1 rechts:

Tabelle 25

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
0,77	$\pm$0,32	0,45	1,09	92	10	23

Zu G_1 links:

Tabelle 26

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
0,84	$\pm$0,35	0,49	1,19	93	8	24

Für G_1 rechts ist der statistische Mittelwert 0,77 $\frac{m\Omega}{\Omega}$; 92 Patienten liegen im Normbereich.
Für G_1 links ist der statistische Mittelwert 0,84 $\frac{m\Omega}{\Omega}$; 93 Patienten liegen im Normbereich.

3. Zeiten bis zum Erscheinen des ersten Gipfels rechts und links, bezogen auf die Blutdruckwerte.

Zur Klärung der Frage, ob eine Abhängigkeit zwischen der Zeit a_1 bis zum Erscheinen des ersten Gipfels und den registrierten Blutdruckwerten der 125 Patienten besteht, dienen die Tabellen 27, 28, 31, 32, 35, 36 und die dazugehörigen graphischen Darstellungen 7 bis 12.

Die Tabellen 29.30,33,34,37,38 geben den Normbereich sowie die Anzahl der Patienten an, die innerhalb, unterhalb und oberhalb dieses Normbereichs liegen.

a) Zeiten a_1 rechts und links, bezogen auf den systolischen Blutdruckwert, und ihre statistischen Mittelwerte und Schwankungsbreiten.

Für a_1 rechts:

Tabelle 27

RR syst.	MW	HW	TW
85	245	245	245
90	225	225	225
95	269	294	242
100	256	293	217
105	224	252	123
110	222	315	190
115	232	297	164
120	232	305	178
125	232	267	160
130	248	385	162
135	204	252	137
140	220	266	183
145	266	342	216
150	268	392	208
155	266	308	225
160	252	262	218
170	210	210	210
175	196	196	196
180	358	403	313
190	195	214	178
195	207	207	207

Für a_1 links:

Tabelle 28

RR syst.	MW	HW	TW
85	233	233	233
90	213	213	213
95	280	303	255
100	238	274	210
105	220	253	200
110	237	307	210
115	213	252	147
120	227	327	170
125	223	263	157
130	258	396	200
135	206	238	138
140	216	250	188
145	252	324	193
150	256	388	222
155	238	238	238
160	214	245	205
170	192	192	192
175	183	183	183
180	316	396	235
190	256	272	243
195	180	180	180

Aufgrund der Tabellen 27 und 28 und der dazugehörigen graphischen Darstellungen 7 und 8 läßt sich keine Abhängigkeit zwischen der Zeit a_1 rechts und links und dem systolischen Blutdruckwert feststellen.

Zu a_1 rechts:

Tabelle 29

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
228	$\pm$58	170	286	111	3	11

Zu a_1 links:

Tabelle 30

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
223	$\pm$49	174	272	108	3	14

Für a_1 rechts ist der statistische Mittelwert 228 msec; 111 Patienten liegen im Normbereich.
Für a_1 links ist der statistische Mittelwert 223 msec; 108 Patienten liegen im Normbereich.

b) Zeiten a_1 rechts und links, bezogen auf den diastolischen Blutdruckwert, und ihre statistischen Mittelwerte und Schwankungsbreiten.

Für a_1 rechts:

Tabelle 31

RR diast.	MW	HW	TW
50	225	225	225
55	294	294	294
60	225	245	200
65	238	297	190
70	216	270	124
75	220	282	160
80	266	404	174
85	243	342	165
90	240	327	137
95	235	298	178
100	270	393	197
105	230	233	227
110	220	232	218
130	313	313	313

Für a_1 links:

Tabelle 32

RR diast.	MW	HW	TW
50	213	213	213
55	303	303	303
60	222	233	218
65	228	273	196
70	219	257	146
75	219	310	156
80	256	398	183
85	242	355	188
90	232	392	138
95	234	271	203
100	220	388	183
105	212	243	180
110	220	220	220
130	235	235	235

Zwischen den Mittelwerten der Zeiten a_1 rechts und links und dem diastolischen Blutdruckwert besteht keine Abhängigkeit, wie die Tabellen 31 und 32 und die dazugehörigen graphischen Darstellungen 9 und 10 zeigen.

Zu a_1 rechts:

Tabelle 33

MW	6	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
224	$\pm$52	172	276	100	3	22

Zu a_1 links:

Tabelle 34

MW	6	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
230	$\pm$56	174	286	109	3	13

Für a_1 rechts ist der statistische Mittelwert 224 msec; 100 Patienten liegen im Normbereich.
Für a_1 links ist der statistische Mittelwert 230 msec; 109 Patienten liegen im Normbereich.

c) Zeiten a_1 rechts und links, bezogen auf die Blutdruckamplitude, und ihre statistischen Mittelwerte und Schwankungsbreiten.

Für a_1 rechts:

Tabelle 35

RR Ampl.	MW	HW	TW
20	250	250	250
25	262	315	228
30	228	270	165
35	250	298	215
40	245	323	187
45	227	342	122
50	244	385	160
55	228	393	162
60	235	342	193
65	250	297	207
70	266	308	218
75	262	328	197
85	213	213	213
95	178	178	178

Für a_1 links:

Tabelle 36

RR Ampl.	MW	HW	TW
20	253	253	253
25	244	307	210
30	226	263	208
35	236	293	195
40	243	392	200
45	220	355	138
50	251	396	157
55	225	310	182
60	242	323	192
65	226	274	205
70	237	257	208
75	275	367	183
85	243	243	243
95	272	272	272

Zwischen den in den Tabellen 35 und 36 und den dazugehörigen graphischen Darstellungen 11 und 12 eingetragenen Werten von a_1 rechts und links, bezogen auf die Blutdruckamplitude, besteht keine Abhängigkeit.

Zu a_1 rechts:

Tabelle 37

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
226	$\pm$50	176	276	100	3	22

Für a_1 links:

Tabelle 38

MW	G	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
232	$\pm$57	175	289	109	3	13

Für a_1 rechts ist der statistische Mittelwert 226 msec; 100 Patienten liegen im Normbereich.
Für a_1 links ist der statistische Mittelwert 232 msec; 109 Patienten liegen im Normbereich.

4. Amplituden des ersten Gipfels rechts und links, bezogen auf die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeits-Werte.

Die Frage, ob eine Abhängigkeit zwischen dem ersten Gipfel G_1 und den gemessenen BKS-Werten der 125 Patienten besteht, sollen die in den Tabellen 39, 40, 43, 44, 47, 48 und den dazugehörigen graphischen Darstellungen 13 bis 18 eingetragenen Werte beantworten.

Die Tabellen 41, 42, 45, 46, 49, 50 geben den Normbereich, sowie die Anzahl der Patienten an, die sich innerhalb, unterhalb und oberhalb dieses Normbereichs befinden.

a) Erster Gipfel G_1 rechts und links, bezogen auf die BKS-Werte der ersten Stunde, und ihre statistischen Mittelwerte und Schwankungsbreiten.

Für G_1 rechts:

Tabelle 39

BKS-Werte der ersten Stunde	MW	HW	TW
1	0,77	1,11	0,38
2	0,54	0,68	0,23
3	0,62	1,10	0,36
4	1,01	1,58	0,54
5	0,88	1,77	0,35
6	0,55	1,28	0,20
7	0,74	0,90	0,48
8	1,29	1,62	1,06
9	0,94	0,98	0,90
10	1,04	1,80	0,69
11	0,79	1,10	0,70
12	0,79	1,35	0,16
13	0,96	1,45	0,40
14	0,93	1,32	0,54
18	0,86	1,00	0,72
19	1,16	1,52	0,86
20	0,89	1,46	0,50
24	0,81	1,00	0,56
27	0,64	0,64	0,64
34	0,33	0,33	0,33
40	0,85	0,93	0,77
45	1,12	1,12	1,12
56	0,61	0,61	0,61
60	0,61	0,61	0,61
67	1,20	1,20	1,20

Für G_1 links:

Tabelle 40

BKS-Werte der ersten Stunde	MW	HW	TW
1	0,57	0,98	0,28
2	0,72	1,51	0,23
3	0,69	1,68	0,29
4	1,12	1,67	0,77
5	0,77	1,43	0,36
6	0,64	1,07	0,20
7	0,92	1,23	0,56
8	1,14	1,45	0,96
9	1,18	1,38	0,98
10	0,98	1,12	0,76
11	0,98	1,24	0,63
12	0,88	1,35	0,54
13	0,82	1,31	0,48
14	0,61	0,70	0,53
18	0,77	1,00	0,50
19	1,53	1,56	1,50
20	1,02	1,37	0,70
24	0,92	1,04	0,74
27	0,55	0,56	0,54
34	0,62	0,62	0,62
40	0,79	0,93	0,66
45	0,74	0,74	0,74
56	0,58	0,58	0,58
60	0,57	0,57	0,57
67	0,74	0,74	0,74

Zwischen den arithmetischen Mittelwerten der Amplituden von G_1 rechts und links und den BKS-Werten der ersten Stunde besteht keine Abhängigkeit (vgl.Tabellen 39 und 40, sowie die graphischen Darstellungen 13 und 14).

Zu G_1 rechts:

Tabelle 41

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
0,78	$\pm$0,32	0,46	1,10	91	10	24

Zu G_1 links:

Tabelle 42

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
0,81	$\pm$0,31	0,50	1,12	88	16	21

Für G_1 rechts ist der statistische Mittelwert 0,78 $\frac{m\Omega}{\Omega}$; 91 Patienten liegen im Normbereich.
Für G_1 links ist der statistische Mittelwert 0,81 $\frac{m\Omega}{\Omega}$; 88 Patienten liegen im Normbereich.

b) Erster Gipfel G_1 rechts und links, bezogen auf die BKS-Werte der zweiten Stunde, und ihre statistischen Mittelwerte und Schwankungsbreiten.

Für G_1 rechts:

Tabelle 43

BKS-Werte der zweiten Std.	MW	HW	TW	BKS-Werte der zweiten Std.	MW	HW	TW
2	0,71	0,98	0,38	25	0,77	0,87	0,67
4	0,83	1,11	0,70	27	1,22	1,22	1,22
5	0,36	0,36	0,36	28	0,97	1,06	0,88
6	0,50	0,68	0,23	30	0,82	1,32	0,16
7	0,91	1,58	0,54	33	0,74	0,74	0,74
8	0,94	1,18	0,68	34	0,90	1,10	0,70
10	0,75	1,35	0,41	35	1,28	1,45	1,12
11	0,86	0,95	0,71	36	1,00	1,00	1,00
12	0,98	1,10	0,87	38	0,86	0,86	0,86
13	0,47	0,64	0,35	40	0,92	1,11	0,80
14	0,91	0,91	0,91	41	1,00	1,00	1,00
15	1,77	1,77	1,77	43	0,86	0,86	0,86
16	0,64	0,90	0,48	45	1,04	1,46	0,65
17	0,85	1,18	0,31	48	0,63	0,79	0,50
18	0,92	1,27	0,57	50	0,33	0,33	0,33
19	0,79	1,62	0,28	51	0,72	0,91	0,56
20	0,86	1,18	0,58	57	0,64	0,64	0,64
21	0,87	1,21	0,63	61	1,13	1,14	1,12
22	0,67	1,55	0,20	62	0,85	0,93	0,77
23	0,94	0,98	0,90				

Für G_1 links:

Tabelle 44

BKS-Werte der zweiten Std.	MW	HW	TW
2	0,56	0,98	0,28
4	0,57	0,64	0,52
5	0,34	0,34	0,34
6	0,63	1,68	0,23
7	1,04	1,58	0,51
8	1,08	1,51	0,66
10	0,99	1,43	0,55
11	0,97	1,77	0,46
12	1,06	1,16	0,96
13	0,62	1,02	0,38
14	1,15	1,15	1,15
15	1,27	1,27	1,27
16	0,69	1,10	0,42
17	0,91	1,03	0,75
18	0,92	1,06	0,73
19	0,83	1,45	0,44
20	0,89	1,31	0,63
21	0,86	1,21	0,36
22	0,75	1,50	0,20
23	1,18	1,38	0,98
24	1,03	1,03	1,03

BKS-Werte der zweiten Std.	MW	HW	TW
25	0,95	1,04	0,86
27	0,93	0,93	0,93
28	0,98	1,12	0,85
30	0,90	1,35	0,53
33	0,72	0,72	0,72
34	1,02	1,10	0,95
35	0,77	0,92	0,63
36	1,00	1,00	1,00
37	1,00	1,00	1,00
38	1,13	1,13	1,13
40	1,20	1,57	0,50
41	1,02	1,02	1,02
43	0,78	0,78	0,78
45	1,18	1,37	0,73
48	0,91	1,04	0,70
50	0,62	0,62	0,62
51	0,80	0,87	0,74
52	1,44	1,44	1,44
57	0,55	0,55	0,55
61	1,21	1,78	0,74
62	0,79	0,93	0,66

Auch zwischen den arithmetischen Mittelwerten der Amplituden von G_1 rechts und links und den BKS-Werten der zweiten Stunde besteht keine Abhängigkeit (vgl. Tabellen 43 und 44, sowie die graphischen Darstellungen 15 und 16).

Zu G_1 rechts:

Tabelle 45

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
0,76	$\pm$0,34	0,42	1,10	89	10	26

Zu G_1 links:

Tabelle 46

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
0,81	$\pm$0,31	0,50	1,12	88	16	21

Für G_1 rechts ist der statistische Mittelwert 0,76 $\frac{m\Omega}{\Omega}$; 89 Patienten liegen im Normbereich.
Für G_1 links ist der statistische Mittelwert 0,81 $\frac{m\Omega}{\Omega}$; 88 Patienten liegen im Normbereich.

c) Erster Gipfel G_1 rechts und links, bezogen auf die Differenz der BKS-Werte der ersten und zweiten Stunde, und ihre statistischen Mittelwerte und Schwankungsbreiten.

Für G_1 rechts:

Tabelle 48

Differenz der BKS-Werte der 1.u.2.Std.	MW	HW	TW
1	0,71	0,98	0,38
2	0,36	0,36	0,36
3	0,94	1,58	0,52
4	0,79	1,18	0,23
5	0,91	1,35	0,59
6	0,74	0,81	0,68
7	0,79	1,00	0,44
8	0,69	0,91	0,35
9	0,79	1,18	0,40
10	0,97	1,77	0,57
11	0,81	1,62	0,31
12	0,83	1,27	0,57
13	0,61	0,89	0,28
14	0,97	1,80	0,53
15	1,20	1,22	1,18
16	0,75	1,32	0,20
17	1,15	1,22	1,00
18	0,77	1,06	0,16
19	0,74	0,74	0,74
21	0,97	1,11	0,86
22	1,08	1,45	0,77
23	0,90	1,10	0,70
25	1,04	1,46	0,65
27	0,73	0,91	0,56
28	0,50	0,50	0,50
30	0,64	0,64	0,64
33	0,61	0,61	0,61
38	1,20	1,20	1,20
41	0,61	0,61	0,61
48	0,61	0,61	0,61

Für G_1 links:

Tabelle 48

Differenz der BKS-Werte der 1.u.2.Std.	MW	HW	TW
1	0,56	0,98	0,28
2	0,34	0,34	0,34
3	0,93	1,68	0,29
4	0,76	1,21	0,23
5	0,86	1,43	0,51
6	0,93	1,51	0,46
7	0,94	1,77	0,47
8	0,77	1,02	0,38
9	0,83	1,16	0,48
10	0,86	1,27	0,55
11	0,84	1,45	0,42
12	0,89	1,07	0,73
13	0,74	1,23	0,44
14	1,02	1,38	0,73
15	0,78	0,93	0,64
16	0,70	1,78	0,20
17	1,08	1,21	1,01
18	1,09	1,35	0,86
21	1,55	1,57	1,53
22	0,73	0,93	0,50
23	1,02	1,10	0,95
25	1,11	1,37	0,73
26	1,22	1,44	1,00
27	0,80	0,87	0,74
28	0,70	0,70	0,70
30	0,55	0,55	0,55
31	1,00	1,00	1,00
38	0,74	0,74	0,74
43	0,57	0,57	0,57
48	0,58	0,58	0,58

Wie aus den Tabellen 47 und 48 und den graphischen Darstellungen 17 und 18 ersichtlich ist, besteht auch zwischen G_1 rechts und links und den Differenzen der BKS-Werte der ersten und zweiten Stunde keine Abhängigkeit.

Zu G_1 rechts:

Tabelle 49

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
0,76	$\pm$0,32	0,44	1,08	90	10	25

Zu G_1 links:

Tabelle 50

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
0,82	$\pm$0,31	0,51	1,13	86	16	22

Für G_1 rechts ist der statistische Mittelwert 0,76 $\frac{m\Omega}{\Omega}$; 90 Patienten liegen im Normbereich.
Für G_1 links ist der statistische Mittelwert 0,82 $\frac{m\Omega}{\Omega}$; 86 Patienten liegen im Normbereich.

5. Zeiten bis zum Erscheinen des ersten Gipfels rechts und links, bezogen auf die Blutkörperchensenkungsgeschwindigkeits-Werte.

Die in den Tabellen 51,52,55,56,59,60 und den dazugehörigen graphischen Darstellungen 19 bis 24 eingetragenen Werte sollen deutlich machen, ob zwischen der Zeit a_1 bis zum Erscheinen des ersten Gipfels und den gemessenen BKS-Werten der 125 Patienten eine Abhängigkeit besteht.

Der Normbereich, sowie die Anzahl der Patienten, die sich innerhalb, unterhalb und oberhalb dieses Normbereichs befinden, werden in den Tabellen 53,54,57, 58,61,62 angegeben.

a) Zeiten a_1 rechts und links, bezogen auf die BKS-Werte der ersten Stunde, und ihre statistischen Mittelwerte und Schwankungsbreiten.

Für a_1 rechts:

Tabelle 51

BKS-Werte der ersten Stunde	MW	HW	TW
1	223	242	207
2	233	280	200
3	225	245	193
4	256	404	190
5	236	315	168
6	223	323	160
7	246	342	183
8	292	342	252
9	215	218	212
10	217	267	178
11	216	237	178
12	277	385	228
13	252	313	137
14	300	393	217
15	228	283	175
17	293	293	293
18	243	292	190
19	205	243	162
20	236	297	182
21	218	218	218
24	243	298	213
26	240	240	240
27	215	215	215
34	225	225	225
40	222	228	207
45	270	282	258
56	210	210	210
67	295	295	295

Für a_1 links:

Tabelle 52

BKS-Werte der ersten Stunde	MW	HW	TW
1	213	237	203
2	250	392	180
3	230	250	203
4	251	398	200
5	225	307	185
6	216	272	156
7	247	337	210
8	272	355	223
9	206	222	190
10	237	272	208
11	206	230	170
12	270	397	188
13	222	262	138
14	287	383	192
15	288	326	250
17	273	273	273
18	233	253	195
19	231	278	205
20	215	243	197
21	217	217	217
24	242	252	230
26	310	310	310
27	293	293	293
34	212	212	212
40	253	270	238
45	252	256	246
56	182	182	182
60	146	146	146
67	302	302	302

Zwischen den Zeiten a_1 rechts und links und den BKS-Werten der ersten Stunde besteht keine Abhängigkeit (vgl. Tabellen 51 und 52, sowie die graphischen Darstellungen 19 und 20).

Zu a_1 rechts:

Tabelle 53

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
228	$\pm$58	170	286	111	3	11

Zu a_1 links:

Tabelle 54

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
223	$\pm$49	174	272	108	3	14

Für a_1 rechts ist der statistische Mittelwert 228 msec; 111 Patienten liegen im Normbereich.
Für a_1 links ist der statistische Mittelwert 223 msec; 108 Patienten liegen im Normbereich.

b) Zeiten a_1 rechts und links, bezogen auf die BKS-Werte der zweiten Stunde, und ihre statistischen Mittelwerte und Schwankungsbreiten.

Für a_1 rechts

Tabelle 55

BKS-Werte der zweiten Std.	MW	HW	TW
2	224	242	207
4	230	243	216
5	193	193	193
6	223	245	200
7	199	206	190
8	250	280	228
10	226	232	218
11	280	403	226
12	218	230	206
13	253	315	196
14	238	238	238
15	210	210	210
16	270	342	230
17	263	342	165
18	205	240	160
19	237	323	168
20	235	286	210
21	222	256	137
22	243	270	218
23	212	228	186
24	267	267	267

BKS-Werte der zweiten Std.	MW	HW	TW
25	233	297	183
27	305	305	305
28	238	293	178
30	285	393	216
33	297	297	297
34	246	283	216
35	278	313	217
36	292	292	292
37	178	178	178
38	205	227	183
40	187	210	162
41	237	237	237
43	217	217	217
45	247	287	222
48	202	218	175
50	225	225	225
51	262	262	262
52	240	240	240
57	235	235	235
61	270	282	258
62	226	228	224

Für a_1 links:

Tabelle 56

BKS-Werte der zweiten Std.	MW	HW	TW
2	210	222	202
4	220	236	205
5	250	250	250
6	227	248	202
7	205	218	180
8	267	392	208
10	232	238	228
11	277	398	204
12	203	208	202
13	254	307	183
14	250	250	250
15	192	192	192
16	242	324	203
17	264	355	214
18	220	274	157
19	214	238	185
20	220	264	200
21	214	257	138
22	224	258	188
23	213	228	190
24	243	243	243
25	237	275	217
27	327	327	327
28	263	274	254
30	278	396	192
33	213	213	213
34	254	327	212
35	225	237	203
36	195	195	195
37	170	170	170
38	230	243	216
40	246	278	210
41	245	245	245
43	217	217	217
45	210	216	196
48	237	250	220
50	212	212	212
51	242	252	230
52	310	310	310
57	293	293	293
61	252	257	247
62	254	270	238

Die Tabellen 55 und 56 und die dazugehörigen graphischen Darstellungen 21 und 22 zeigen, daß auch zwischen a_1 rechts und links und den BKS-Werten der zweiten Stunde keine Abhängigkeit besteht.

Zu a_1 rechts:

Tabelle 57

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
228	$\pm$58	170	286	111	3	11

Zu a_1 links:

Tabelle 58

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
250	$\pm$60	190	310	111	5	9

Für a_1 rechts ist der statistische Mittelwert 228 msec; 111 Patienten liegen im Normbereich.
Für a_1 links ist der statistische Mittelwert 250 msec; 111 Patienten liegen im Normbereich.

c) Zeiten a_1 rechts und links, bezogen auf die Differenz der BKS-Werte der ersten und zweiten Stunde, und ihre statistischen Mittelwerte und Schwankungsbreiten.

Für a_1 rechts:

Tabelle 59

Differenz der BKS-Werte der 1. u. 2. Std.	MW	HW	TW
1	227	243	207
2	193	193	193
3	220	243	190
4	235	248	200
5	227	245	207
6	250	280	227
7	260	402	197
8	232	315	137
9	267	342	207
10	226	240	210
11	234	292	165
12	222	250	160
13	242	323	186
14	220	267	168
15	252	305	217
16	268	393	217
17	242	247	237
18	245	385	178
19	250	283	218
21	186	210	163
22	246	312	190
23	226	237	217
24	213	213	213
25	247	287	222
26	208	240	178
27	260	298	225
28	218	218	218
33	175	175	175
38	295	295	295
43	123	123	123
48	210	210	210

Für a_1 links:

Tabelle 60

Differenz der BKS-Werte der 1. u. 2. Std.	MW	HW	TW
1	212	222	203
2	250	250	250
3	224	248	205
4	218	233	202
5	218	238	180
6	312	393	230
7	254	398	183
8	228	307	138
9	264	355	203
10	201	224	188
11	224	273	203
12	226	272	157
13	214	228	200
14	212	244	185
15	235	327	200
16	255	388	193
17	234	257	200
18	253	397	195
19	268	326	212
21	244	278	210
22	240	270	216
23	218	225	212
24	243	243	243
25	209	217	198
26	240	310	170
27	242	252	230
28	220	220	220
30	293	293	293
33	250	250	250
38	303	303	303
43	147	147	147

Auch zwischen den Zeiten a_1 rechts und links und der Differenz der BKS-Werte der ersten und zweiten Stunde ist keine Abhängigkeit feststellbar (vgl. die Tabellen 59 und 60, sowie die graphischen Darstellungen 23 und 24).

Zu a_1 rechts:

Tabelle 61

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
228	$\pm$58	170	286	111	3	11

Zu a_1 links:

Tabelle 62

MW	σ	UN	ON	i.d.N	u.d.N	ü.d.N
250	$\pm$60	190	310	110	5	10

Für a_1 rechts ist der statistische Mittelwert 228 msec; 111 Patienten liegen im Normbereich.
Für a_1 links ist der statistische Mittelwert 250 msec; 110 Patienten liegen im Normbereich.

V. BESPRECHUNG

Die Frage, was eigentlich durch die Schädelrheogramme registriert wird, ist seit Jahren Gegenstand der medizinischen Forschung. Werden bei diesen Widerstandsmessungen intracerebrale, extracerebrale oder extracranielle Volumenschwankungen aufgezeichnet?

K.KOECKE, W.KUNERT und F.L.JENKNER (9) stellten fest, daß mit Hilfe der Schädelrheographie vorwiegend intracerebrale Volumenänderungen der Gefäße gemessen werden. Nur sehr gering sei der Einfluß der Externagefäße (arteria frontalis, meningica media und occipitalis) auf die rheographischen Registrierungen.

Nach G.FRIEDMANN (4) wird bei der Rheographie bzw. bei der Rheoencephalographie die elektrische Leitfähigkeit gemessen, die vom jeweiligen Füllungszustand der Gefäße abhängt.

F.MATZDORF (15) kam zu dem Ergebnis, daß die rheographischen Kurven durch Störungen des Feldlinienverlaufs erzeugt werden, da sich die Gefäße bewegen und man keine Volumenveränderungen der Gefäße registriert.

W.KUNERT (12) wies dagegen auf ein anderes Ergebnis hin, das auf klinischen und experimentellen Untersuchungen beruht; danach werden überwiegend Volumenänderungen der Hirngefäße rheographisch festgehalten.

Diese letztgenannte Theorie wurde von F.L.JENKNER (6) bestätigt. F.L.JENKNER (7) wollte herausfinden, in wieweit die erhaltene Kurve das Stromgebiet der arteria carotis interna allein oder eine Summenkurve aus diesem und dem Stromgebiet der arteria carotis externa darstellt.

Hierzu ist die Messung des Rheogramms notwendig, das während einer Abklemmung der arteria carotis externa bzw. interna aufgezeichnet wird. Der Versuch ergab, daß die Kurve nach Abklemmung der carotis externa nicht sichtbar verändert wurde. Bei Abklemmung der carotis

interna wurde das Rheogramm jedoch beeinflußt. Damit war der Beweis für die Registrierung des Stromgebiets der arteria carotis interna erbracht. Da also die arteria carotis externa keinen sichtbaren Einfluß auf das Kurvenbild zeigte, könnte nach JENKNER der Anteil der Erfassung des Stromgebiets der arteria carotis externa vernachlässigt werden.

Diese Ansicht bestätigte sich, als ein circuläres Band um den Schädel gelegt wurde, das einen genügend starken Druck auf ihn ausübte, um die Hautzirkulation zu unterbrechen; die Elektroden waren dabei cranial des Druckbandes angelegt.

H.LECHNER und H.RODLER (13), die sich mit der gleichen Frage befaßten, fanden, daß ein Druckverband um den Schädel weder einen Einfluß auf die Kurvenform noch einen auf die Kurvenhöhe hat, ebenso wenig wie die einseitige Abklemmung der arteria carotis externa. Sie schlossen aus dem Ergebnis dieser Untersuchungen, daß die registrierten Veränderungen nicht den Durchblutungsänderungen der Kopfschwarte entsprechen können. Ihre Auffassung bestärkten sie noch dadurch, daß es ihnen während Operationen möglich war, vom freigelegten gyrus cinguli eine Kurve abzuleiten; die stromzuführenden Elektroden waren dabei an der Hautoberfläche des Temporalbereichs angelegt.

Zu einem anderen Ergebnis kam G.FRIEDMANN (4) bei der Untersuchung eines Patienten mit nachgewiesenem Verschluß der arteria carotis interna. Bei der Aufzeichnung der Kurven zeigte sich kein Unterschied zwischen rechter und linker Hemisphäre.

Zur Verdeutlichung seiner Aussage führte FRIEDMANN ein Experiment an einer Katze durch, bei der die arteria carotis communis bis zur Gabelung in die externa und interna freigelegt wurde. Ein Abklemmen der carotis interna auf beiden Seiten veränderte weder die Gipfelform noch die Amplitudenhöhe. Die Amplitude nahm jedoch

ab, als die Klemme an die carotis externa angelegt wurde. Wurde die carotis externa auf beiden Seiten abgeklemmt, so wurde die Amplitude so klein, daß nur noch eine kaum erkennbare, wellenförmige Erhebung über der Nullinie aufgezeichnet wurde.

Eine ansteigende Amplitude nach Stellatumblockade läßt sich nach FRIEDMANN auf eine Erweiterung der äußeren Gefäße zurückführen.

Ebenso wie FRIEDMANN kam G.SPUNDA (18) zu der Auffassung, daß bei Messungen am Schädel vorwiegend Durchblutungsänderungen außerhalb des knöchernen Schädels registriert werden.

Zum gleichen Ergebnis kam F.MATZDORF (15) bei seinen experimentellen rheographischen Untersuchungen am Modell.

Der Schädel, der überwiegend aus Calciumphosphat besteht, ist ein guter Isolator. Nach Untersuchungen von O.BEER, H.J.SCHLEGEL und W.SCHLEY (2) aus dem Physikalischen Institut der Universität München ist der Ohmsche Widerstand des Knochens gegenüber Muskulatur und Blut sehr groß. Es ist daher kaum möglich, daß die Frequenzen, die bei der Rheographie verwendet werden, zu einem Stromfluß innerhalb des Schädels führen. Nach diesen Überlegungen müßte der Einfluß der extracraniellen Gefäße auf die Schädelrheographie überwiegen.

F.L.JENKNER (6) gab ferner an, daß K.POLZER und F.SCHUHFRIED (16) es nicht für ausgeschlossen hielten, daß die rheographische Kurve am Schädel eine Summenkurve darstelle. JENKNER meinte, daß sich dieses Problem durch Beobachtungen bei experimentellen Hemisphärektomien lösen ließe. Die Kurve, die auf der Seite der entfernten Hirnhälfte beobachtet wird, hat die Form einer Geraden, was Veränderungen des intracraniellen Bereichs widerspiegelt.

W.AUINGER, F.KAINDL und A.NEUMAYER (1) glaubten ebenfalls, daß die Schädelrheographie Volumenschwankungen

sowohl der intracerebralen Gefäße wiedergebe, als auch der Gefäße, die im Bereich des äußeren Schädels liegen.

Bisher wurden bei diesen Untersuchungen eventuelle Einflüsse der Liquordynamik auf das Rheogramm vernachlässigt. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß auch die geringfügigen Änderungen im Liquorraum, die zum Teil auf den von den basalen Gefäßen fortgeleiteten Pulswellen beruhen, die rheographischen Registrierungen beeinflussen. Dadurch wird verständlich, daß einseitige Carotisunterbindung keine Asymmetrie der Kurve bewirkt.

J.KUGLER und MANZ (11) konnten bei einem Sterbenden, solange das Herz schlug und Liquorschwankungen lumbal meßbar waren, Rheokurven beobachten.

Untersuchungen an klinischen Fällen führte K.KOECKE (9) in den extremen Respirationsphasen zur Erweiterung der schädelrheographischen Diagnostik durch.

In den extremen Respirationsstellungen finden sich normalerweise keine Veränderungen des Rheogramms gegenüber der Registrierung bei ruhiger Atmung.

K.KOECKE (9) zeigte, daß die einseitigen Amplitudenveränderungen in den extremen Respirationsstellungen durch Kompression der Arterien, bei einem Patienten mit Tumormetastasen im Bereich der Arterien, deutlicher werden. Bei einem Glioblastom mit großem Gefäßsinus kam es zu einer starken seitenentsprechenden Verformung in der Inspirationsstellung. Bei einem Hydrocephalus internus ergab sich eine beiderseitige Verformung in den extremen Respirationsstellungen. Wahrscheinlich sind beim Hydrocephalus internus die vergrößerten Liquorräume die Bedingung für eine Veränderung der pulsatorischen Wandbewegung der Cerebralarterien in den extremen Respirationsphasen und den dadurch hervorgerufenen Druckveränderungen im Schädelinneren. Bei Deformierung eines Seitenventrikels durch raumfordernde Prozesse zeigte sich eine Amplitudenreduktion in der Expirationsstellung auf der entsprechenden Seite.

Eine weitere Frage, mit der sich mehrere Autoren beschäftigten, ist die nach dem Einfluß der Körperlage auf das Rheogramm.

E.DOBNER et alii (3) stellten fest, daß zwischen Körperlage und Amplitudenhöhe im klassischen Rheogramm ein Zusammenhang besteht: Die Amplitudenhöhen nahmen bei Änderung von der horizontalen in die vertikale Körperlage ab und in der Trendelenburg'schen Lage zu.

Diese Änderungen im rheographischen Kurvenbild wurden auf die Behinderung im venösen Abfluß zurückgeführt, da bei beiderseitiger Jugulariskompression in vertikaler Körperlage eine Erhöhung der Amplitude sichtbar wurde, die aber in der Trendelenburg'schen Lage fehlte. Eine Mittelstellung nahmen die bei horizontaler Position gewonnenen Ergebnisse ein.

F.KAINDL, K.POLZER und F.SCHUHFRIED (8) kamen zu dem Ergebnis, daß bei Veränderungen des Schlagvolumens bzw. der Herzfrequenz sich vornehmlich die Amplitude ändert. Die Kurvenform dagegen ändert sich nicht. Die Ursache hierfür könnte sein, daß bei einer Bradykardie die Arterien besser gefüllt werden als bei einer Tachykardie.

Nach G.SPUNDA (18) kommt es bei einer Tachykardie zu einer Amplitudenverkleinerung.

F.KAINDL, K.POLZER und F.SCHUHFRIED (8) demonstrierten dies an den hinteren Extremitäten eines Hundes durch Kühlung und Erwärmung des Sinusknotens.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch H.MARKL (14) bei seinen Untersuchungen an fünfzig Versuchspersonen mit verschiedenen Herzfrequenzen.

Bei den in vorliegender Arbeit ausgewerteten Untersuchungen an 125 Patienten ergab sich mit zunehmendem diastolischen Blutdruck eine Abnahme der Rheoamplituden. Das könnte die gleiche Ursache haben, da durch Widerstandserhöhung während der Diastole die Arterien ungenügend gefüllt werden.

G.SPUNDA (18) wies darauf hin, daß bei ein und demselben Patienten eine rheographische Kurvenhöhe entstand, die in etwa zur Blutdruckamplitude parallel ging.

Bei den Untersuchungen der vorliegenden Arbeit zeigte sich eine Abhängigkeit zwischen diastolischem Blutdruck und der Amplitude des ersten Gipfels bei den Ableitungen sowohl von der rechten als auch von der linken Hemisphäre. Weiter ergab sich eine Abhängigkeit zwischen der Blutdruckamplitude und der Amplitudenhöhe des ersten Gipfels, bei der Ableitung an der linken Hemisphäre: Mit zunehmenden Blutdruckamplitudenwerten nahm auch die Amplitudenhöhe des ersten Gipfels zu.

Eine Abhängigkeit zwischen den Amplitudenwerten des ersten Gipfels und den BKS-Werten der 125 Patienten, konnte nicht festgestellt werden. Ebenso konnte gezeigt werden, daß zwischen der Zeit bis zum Erscheinen des ersten Gipfels und sowohl den Blutdruckwerten als auch den BKS-Werten keine Abhängigkeit besteht.

Die bisherigen Forschungsergebnisse lassen erkennen, daß die Rheographie des Schädels heute noch nicht allgemein zur Diagnose angewandt werden kann. Aufgrund der ständigen Forschungsarbeiten und Untersuchungen ist jedoch zu hoffen, daß die Rheoencephalographie bald zu den diagnostischen Standarduntersuchungen in der Klinik gehören wird.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Bei der Auswertung der Rheoencephalogramme von 125 Patienten wurden folgende Ergebnisse erzielt:

1. Die arithmetischen Mittelwerte der gemessenen Amplitudenwerte sind bei der Ableitung an der linken Hemisphäre höher als an der rechten.

2. Die arithmetischen Mittelwerte der Zeiten bis zum Erscheinen des ersten Gipfels sind links kürzer als rechts.

3. Es zeigte sich keine Abhängigkeit zwischen den arithmetischen Mittelwerten der Amplituden des ersten Gipfels und dem systolischen Blutdruck.

4. Mit Zunahme der diastolischen Blutdruckwerte nehmen die Amplituden der arithmetischen Mittelwerte des ersten Gipfels sowohl rechts wie links ab.

5. Zwischen den Blutdruckamplituden und den arithmetischen Mittelwerten der Amplituden des ersten Gipfels rechts besteht keine Abhängigkeit.

6. Bei Zunahme der Blutdruckamplituden steigen jedoch die Amplitudenwerte der arithmetischen Mittelwerte des ersten Gipfels links an.

7. Es besteht keine Abhängigkeit zwischen den arithmetischen Mittelwerten der Zeiten bis zum Erscheinen des ersten Gipfels und dem systolischen und diastolischen Blutdruck und den Blutdruckamplitudenwerten.

8. Zwischen den arithmetischen Mittelwerten der Amplituden des ersten Gipfels rechts und links und den BKS-Werten der ersten und zweiten Stunde und der Differenz der BKS-Werte der ersten und zweiten Stunde konnte keine Abhängigkeit festgestellt werden.

9. Ebenfalls wurde keine Abhängigkeit zwischen den arithmetischen Mittelwerten der Zeiten bis zum Erscheinen des ersten Gipfels und den BKS-Werten der ersten und zweiten Stunde und der Differenz der BKS-Werte der ersten und zweiten Stunde festgestellt.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. AUINGER W., KAINDL F., NEUMAYER A.,
Über die Brauchbarkeit der Schädelrheographie am Menschen, insbesondere zur Bahandlung des Effektes therapeutischer Maßnahmen auf das Verhalten der Gefäße:
Zschr.Kreisl.forsch. 42 (1953) 104-115.

2 BEER O., SCHLEGEL H.J., SCHLEY W.,
Die Messung durchblutungsabhängiger Scheinleitwertsänderungen im menschlichen Schädel:
Die Naturwissenschaften 43 (1956) 49-51.

3 DOBNER E.,
Die Schädelrheographie als Methode zur Diagnose orthostatischer Kreislaufstörung:
Elektromedizin 3 (1958) 169-174.

4 FRIEDMANN G.,
Der Wert der Schädelrheographie:
Ärztl.Wschr. 24 (1955) 553-557.

5 GUTMANN J.,
Die rheographische Direktmessung - ein methodischer Fortschritt für die Diagnose von Durchblutungsstörungen und für Zeitmessungen am Kreislauf:
Klin.Wschr.45 (1967) 251-255.

6 JENKNER F.L.,
Über den Wert des Schädelrheogramms für die Diagnose cerebraler Gefäßstörungen:
Wien.klin.Wschr. 69 (1957) 619.

7 JENKNER F.L.,
Die kontinuierliche Beobachtung der Durchblutungsänderungen im Stromgebiet der Carotis interna:
Elektromedizin 6 (1961) 71-71.

8 KAINDL F., POLZER K., SCHUHFRIED F.,
Eine Methode zur Beurteilung peripherer Gefäße, Darmstadt (Dr.Dietrich Steinkopff) 1959.

9 KOECKE K., KUNERT W., JENKNER F.L.,
Die Erweiterung der schädelrheographischen Diagnostik durch Registrierung in den extremen Respirationsphasen:
Elektromedizin 6 (1961) 73.

10 KOEPPEN S.,
Neue Untersuchungsergebnisse über die Herzdynamik und Vektordiagraphie:
Münch.med.Wschr. (1943) 607-612.

11 KUGLER J.,
Rheoencephalographie, in: Cerebrale Arterielle Durchblutungsstörungen, hrsg.v. R.Hess, Stuttgart (Schattaner Verlag) 1970, 53-61.

12 KUNERT W.,
Über die Grundlagen der Schädelrheographie:
Zschr.klin.Med. 156 (1969) 94.

13 LECHNER H., RODLER H.,
Eine neue Methode zur Registrierung intracranieller Kreislaufänderungen:
Elektromedizin 6 (1961) 75-77.

14 MARKL H.,
Das Schädelrheogramm des Gesunden, Inaugural-Dissertation, Ludw.-Max.-Universität, München 1970.

15 MATZDORF F.,
Experimentelle Untersuchungen zur Deutung des Rheokardiogramms:
Zschr.Kreisl.forsch. 42 (1953) 603-612.

16 POLZER K., SCHUHFRIED F.,
Theorie des Rheokardiogramms:
Wien.klin.Wschr. 61 (1949) 744-747.

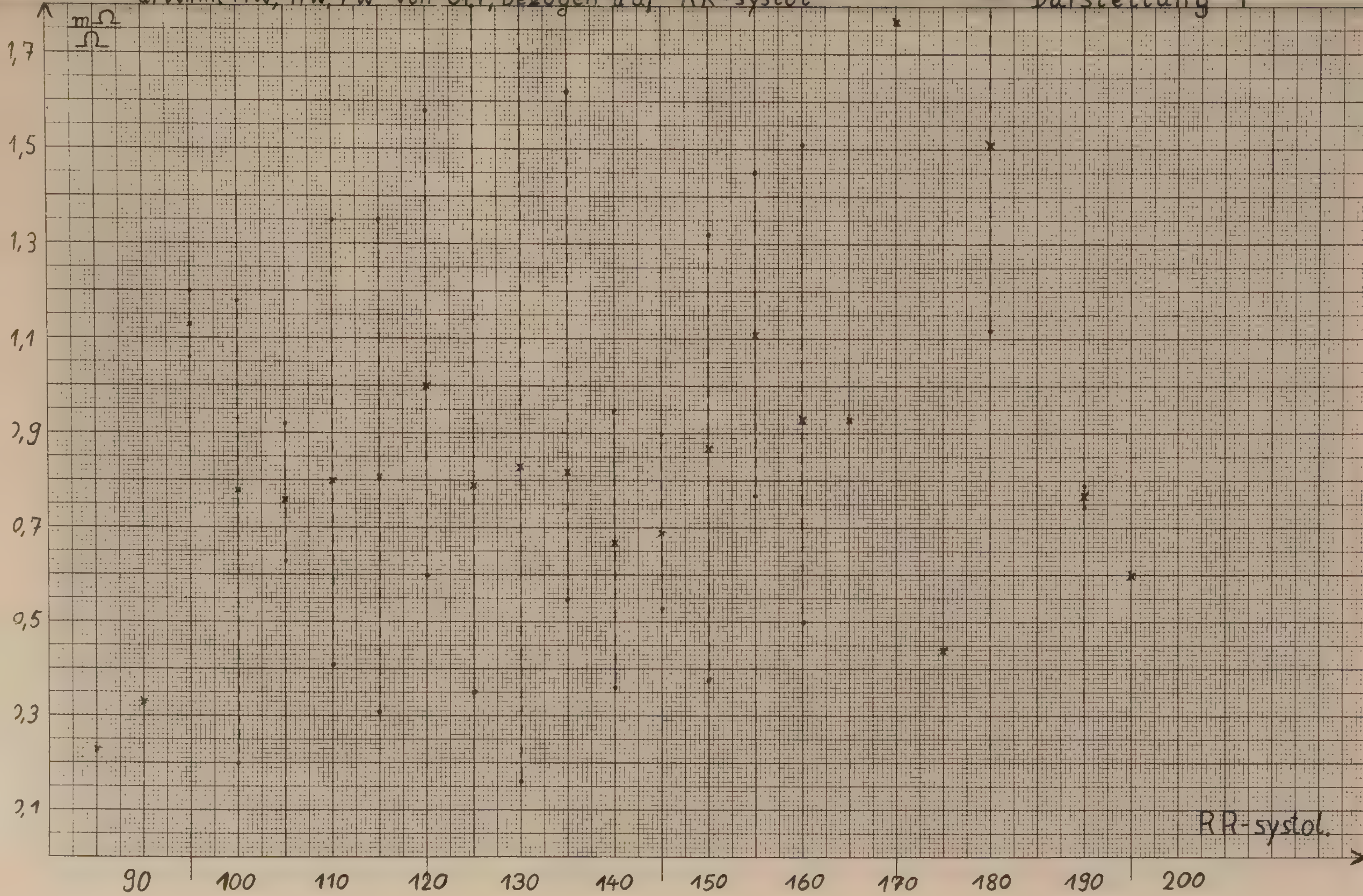
17 POLZER K., SCHUHFRIED F.,
Rheographische Untersuchungen am Schädel:
Wien.Zschr.Nervenkl. 3 (1950) 295-299.

18 SPUNDA G.,
Über Wert und Anwendung der Schädelrheographie:
Wien.klin.Wschr. 67 (1955) 788-792.

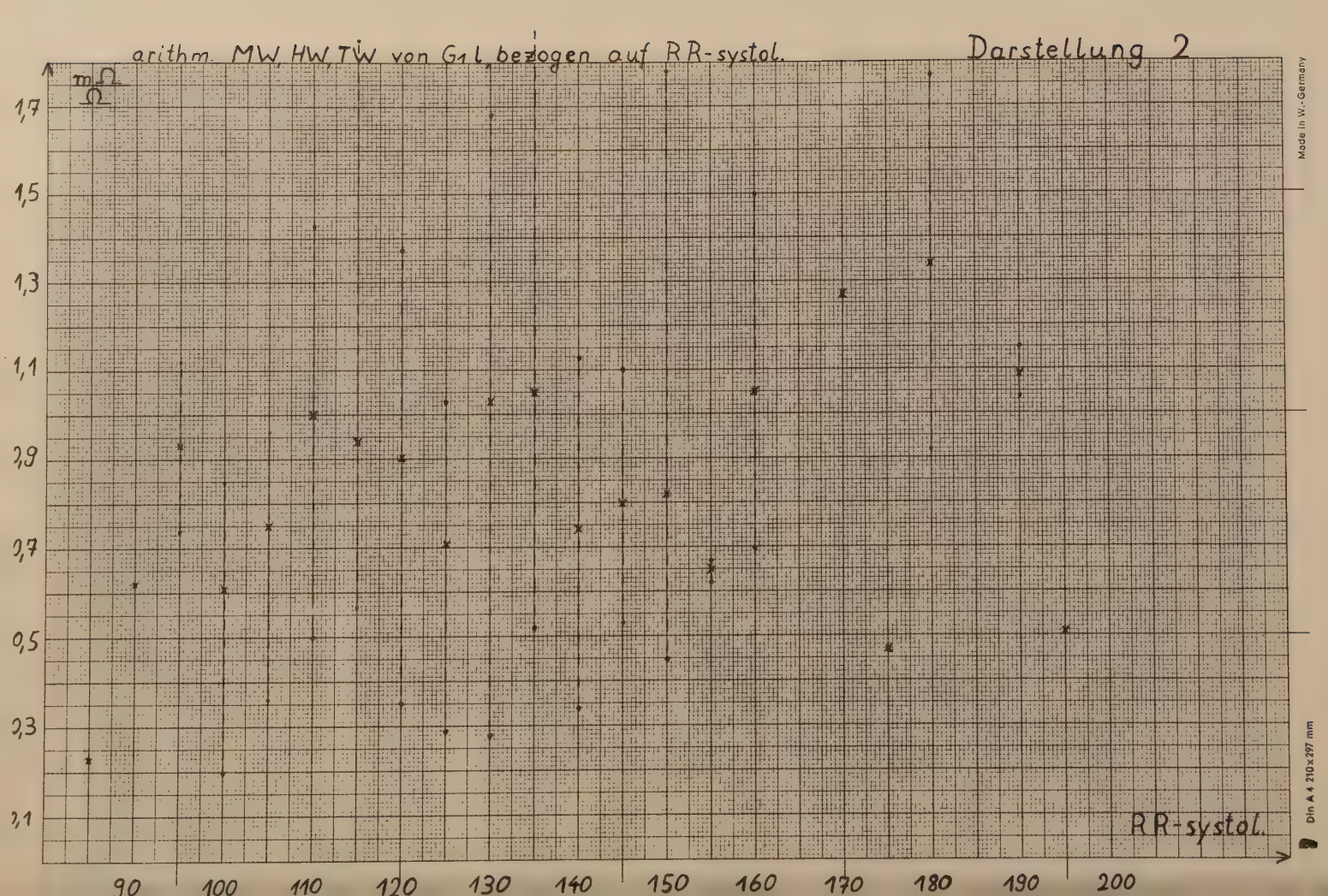
VIII. GRAPHISCHE DARSTELLUNGEN

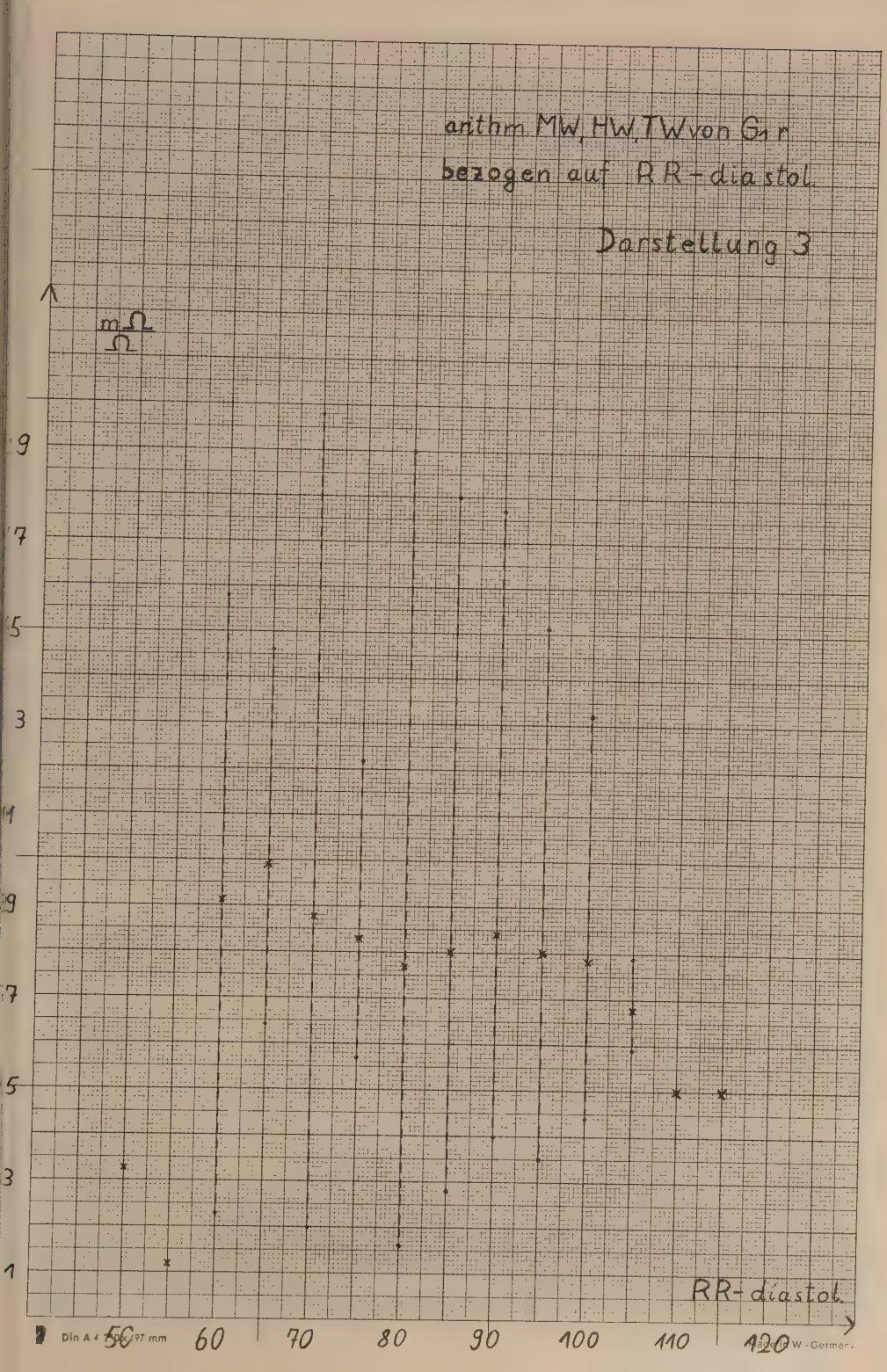
(1 bis 24)

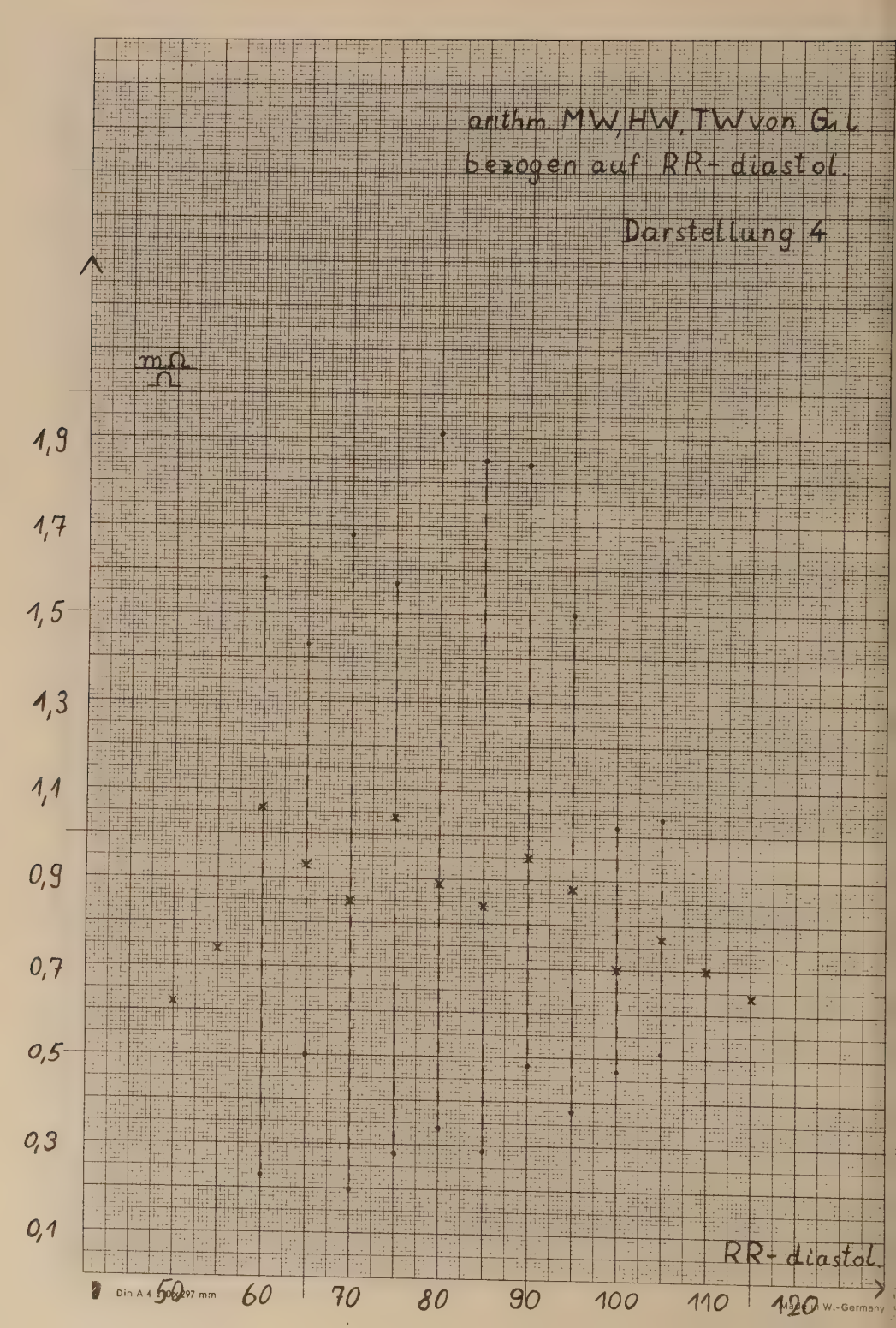
arithm. MW, HW, TW von ΩH, bezogen auf RR-systol   Darstellung I

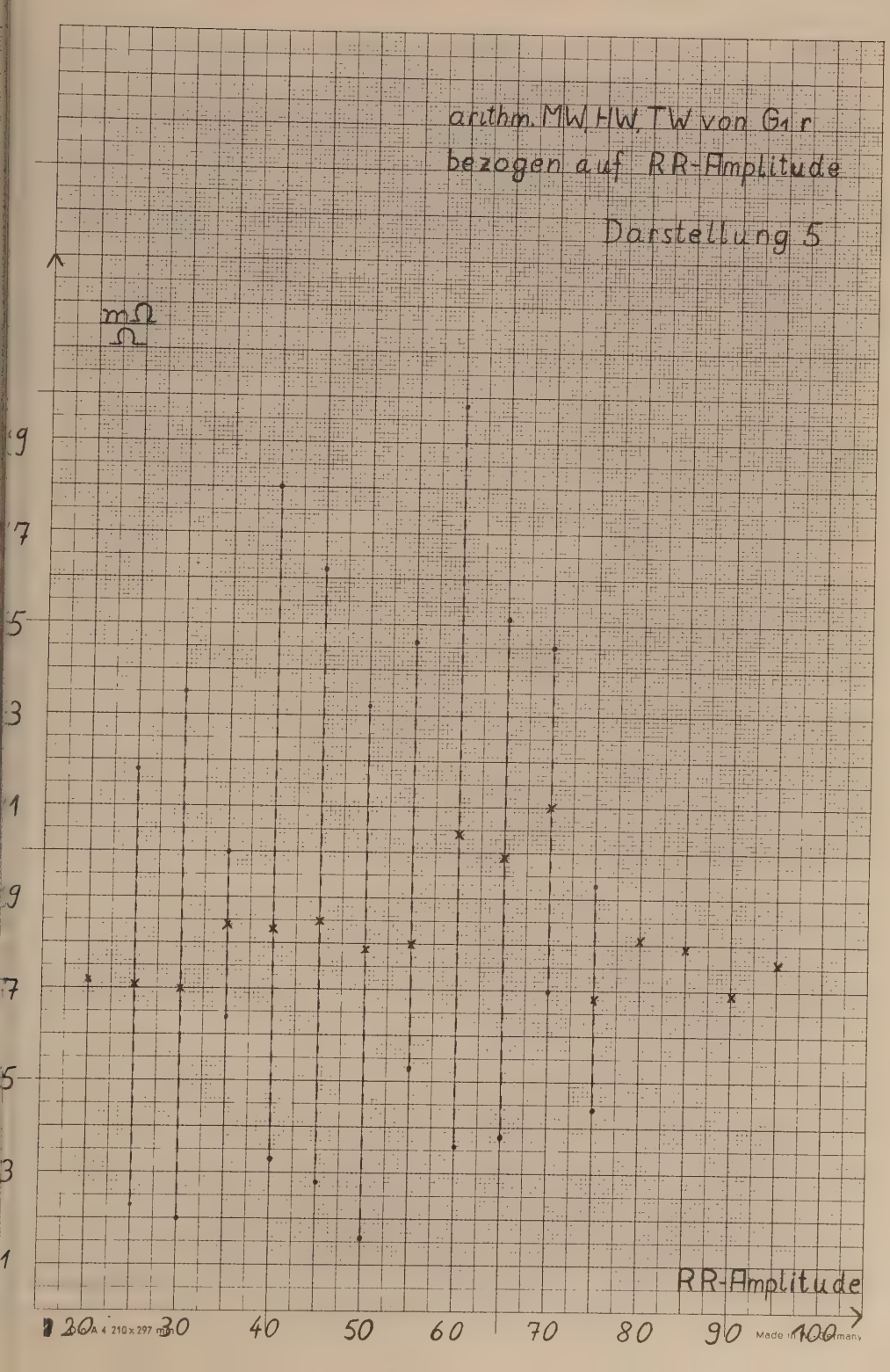


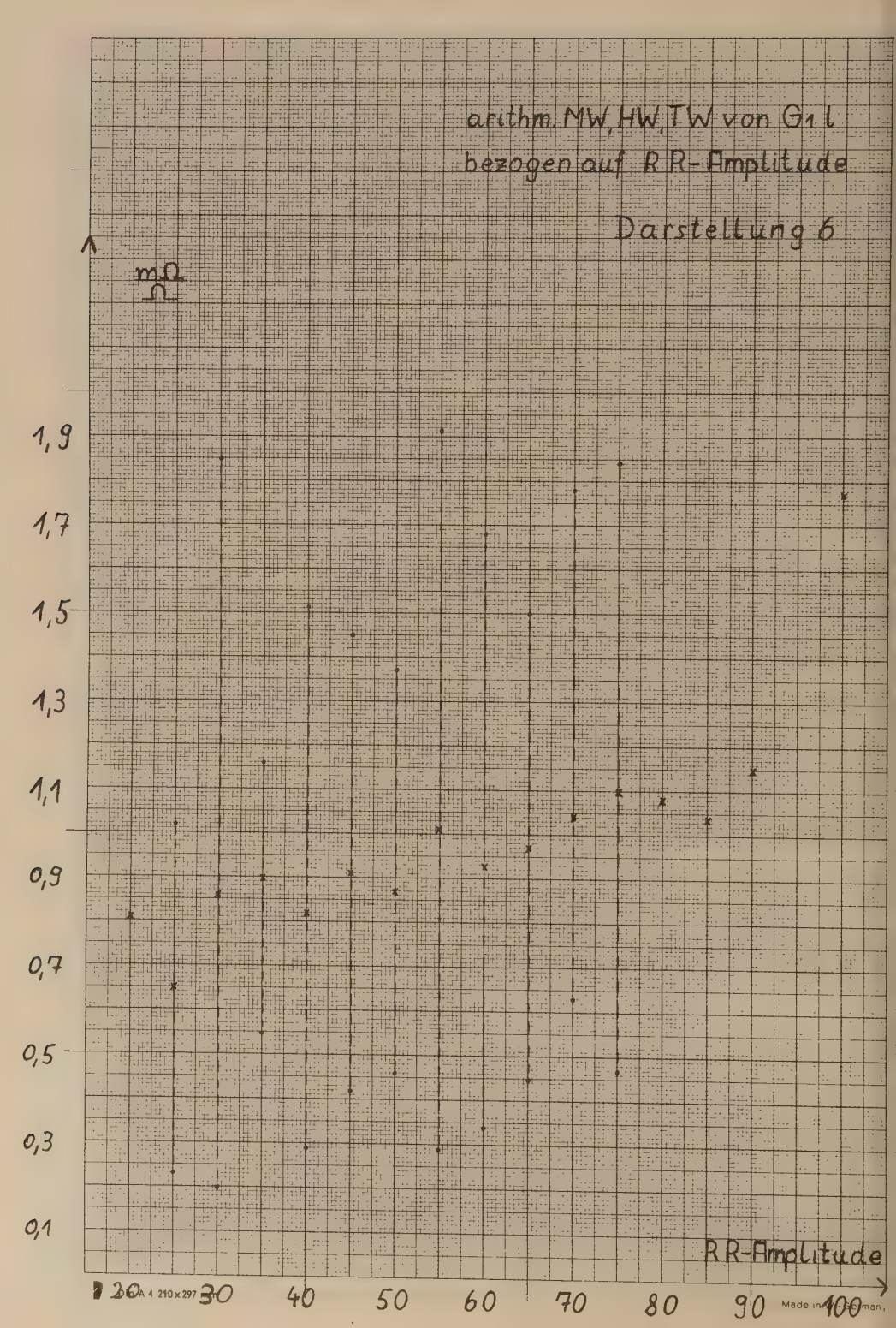
Made in W.-Germany
Din A 4 210x297 mm


arithm. MW, HW, TW von G1 l, bezogen auf RR-systol.
Darstellung 2
mΩ/Ω
1,7
1,5
1,3
1,1
0,9
0,7
0,5
0,3
0,1
RR-systol.
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
200
Made in W.-Germany
Din A 4 210x297 mm

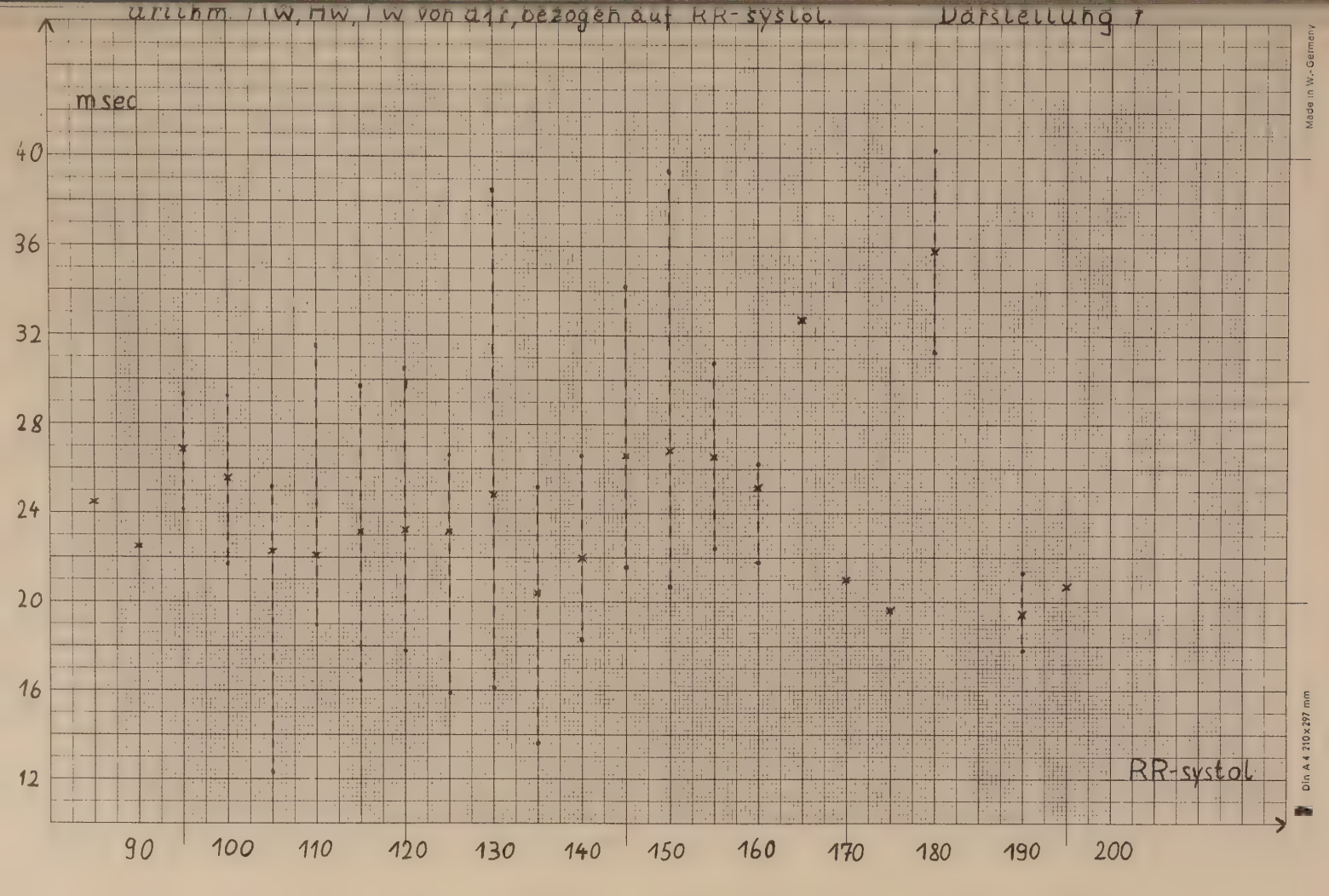

arithm. MW, HW, TW von Gr
bezogen auf RR-diastol.
Darstellung 3
mΩ/Ω
9
7
5
3
1
9
7
5
3
1
RR-diastol.
50
60
70
80
90
100
110
120


arithm. MW, HW, TW von Gl.
bezogen auf RR-diastol.
Darstellung 4
mΩ/Ω
1,9
1,7
1,5
1,3
1,1
0,9
0,7
0,5
0,3
0,1
RR-diastol.
50
60
70
80
90
100
110
120


arithm. MW, HW, TW von G1 r
bezogen auf RR-Amplitude
Darstellung 5
mΩ
Ω
9
7
5
3
1
9
7
5
3
1
RR-Amplitude
20
30
40
50
60
70
80
90
100

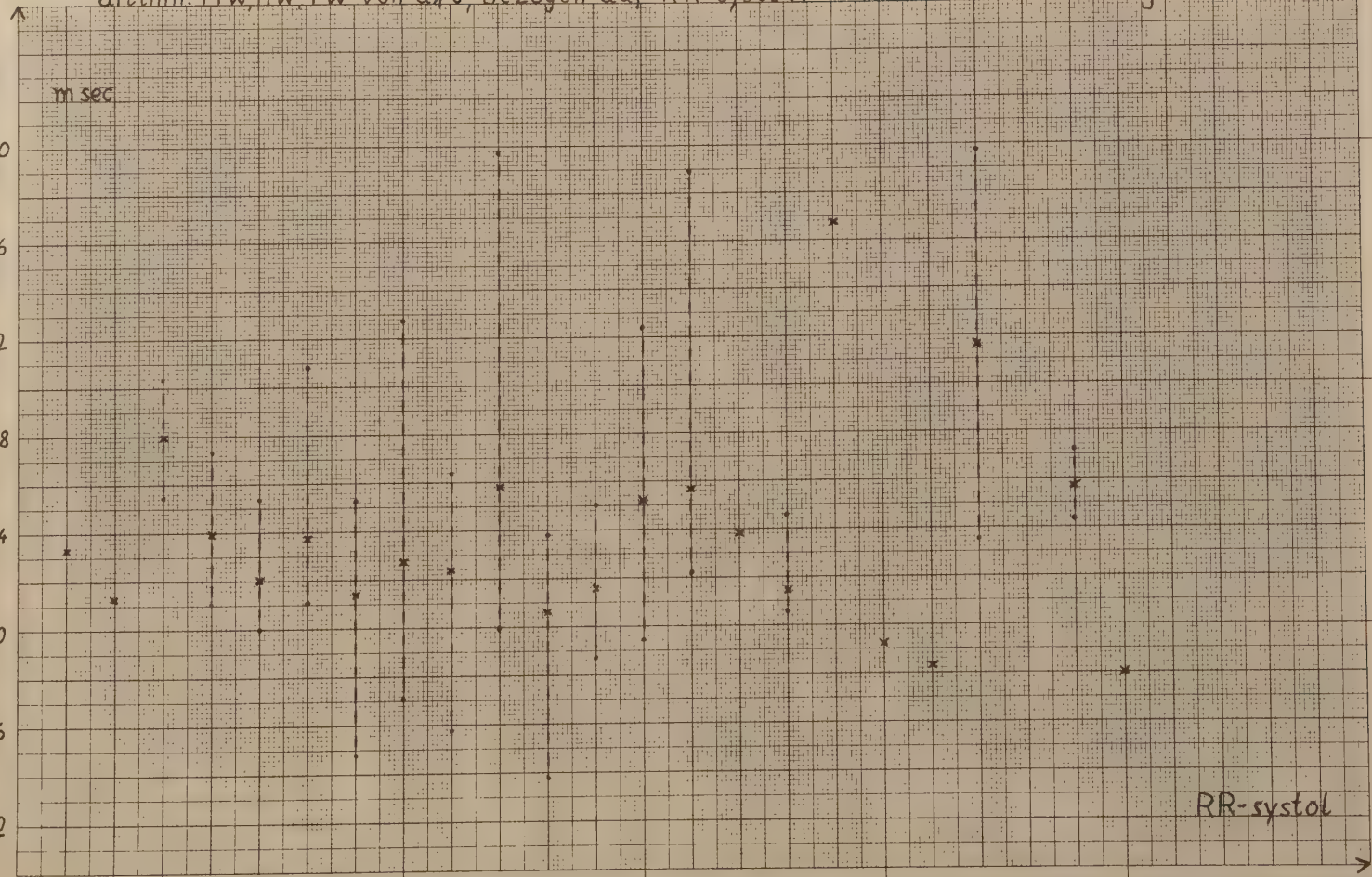

arithm. MW, HW, TW von G1 l
bezogen auf R R-Amplitude
Darstellung 6
mΩ
1,9
1,7
1,5
1,3
1,1
0,9
0,7
0,5
0,3
0,1
RR-Amplitude
20
30
40
50
60
70
80
90
100
A4 210x297
Made in Germany

arithm. MW, HW, MW von d1r, bezogen auf RR-systol. Darstellung 1

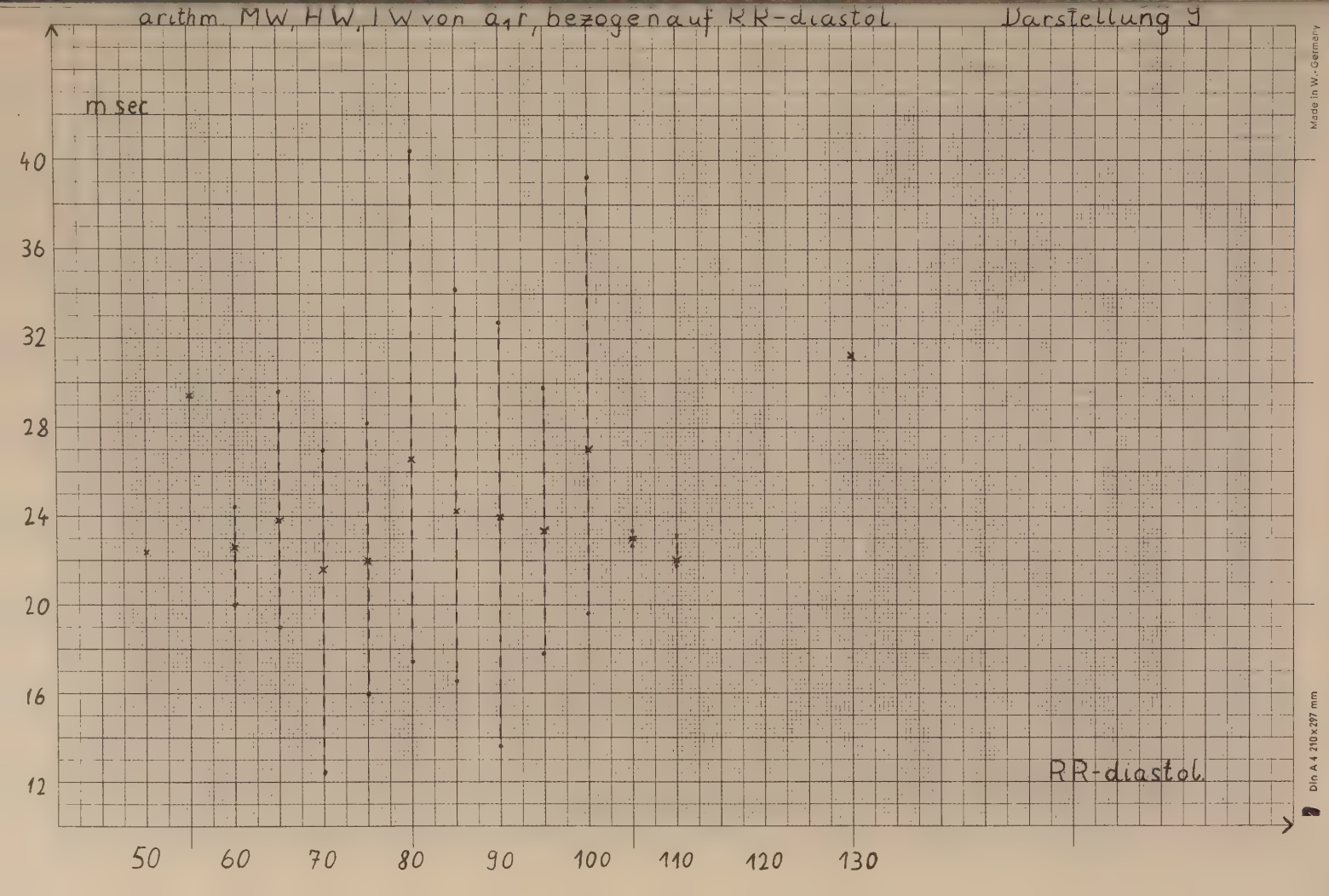


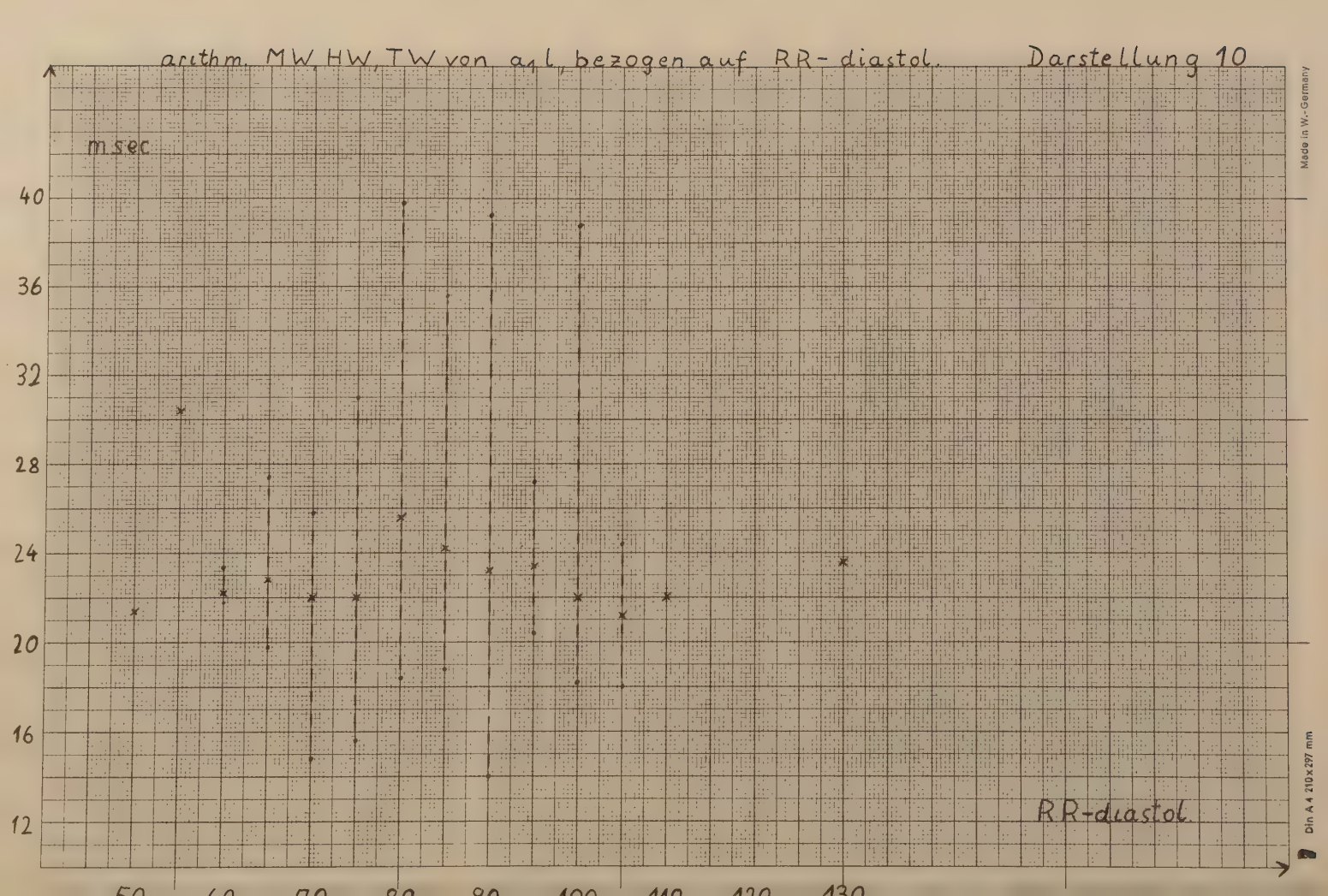
arithm. MW, HW, TW von a_4 l, bezogen auf RR-systol.

Darstellung 8

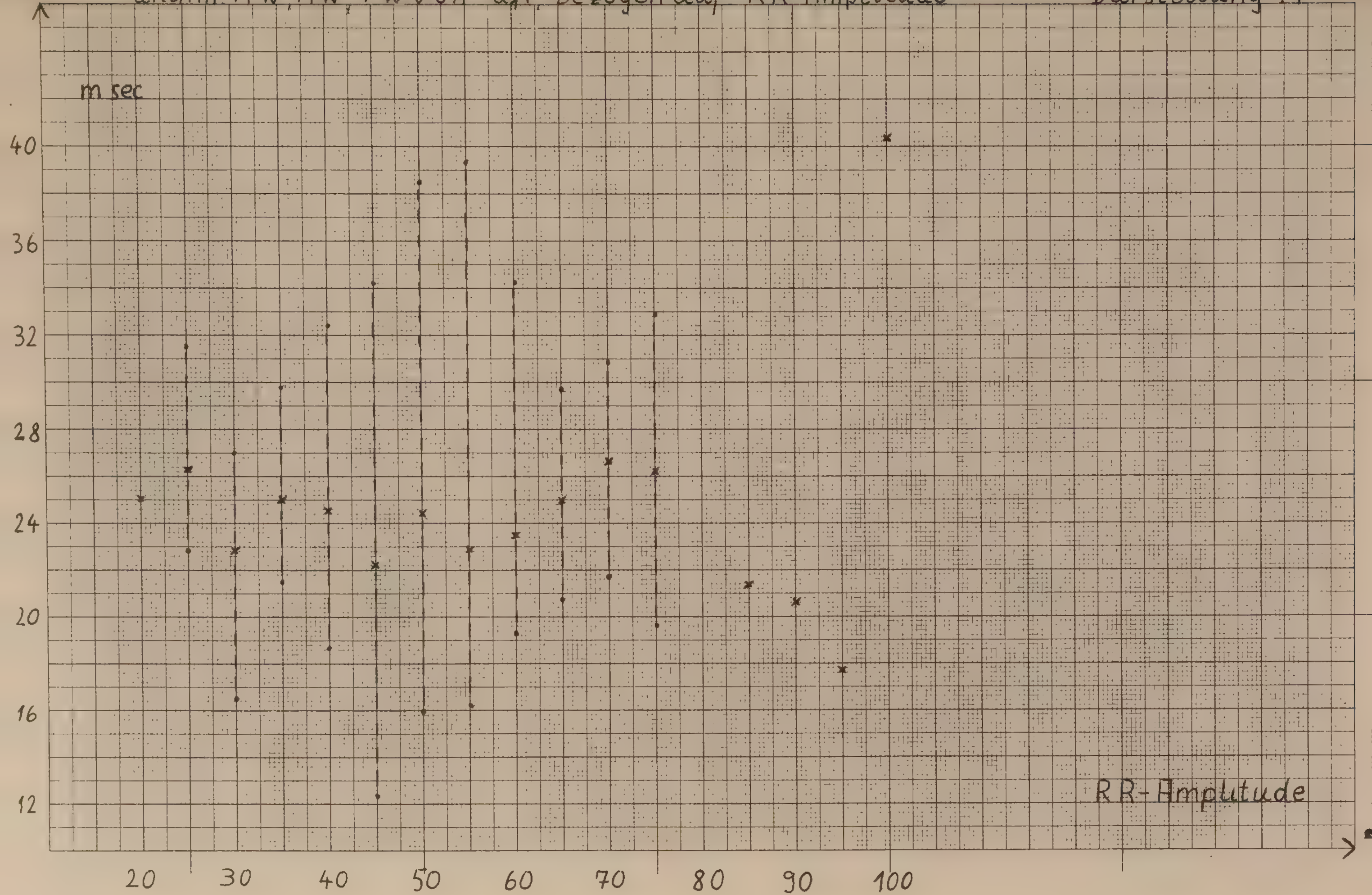


Made in W.-Germany
DIN A4 210x297 mm


arithm. MW, HW, IW von a1r, bezogen auf RR-diastol.
Darstellung 9
m sec
40
36
32
28
24
20
16
12
50
60
70
80
90
100
110
120
130
RR-diastol.
Made in W.-Germany
DIN A4 210x297 mm

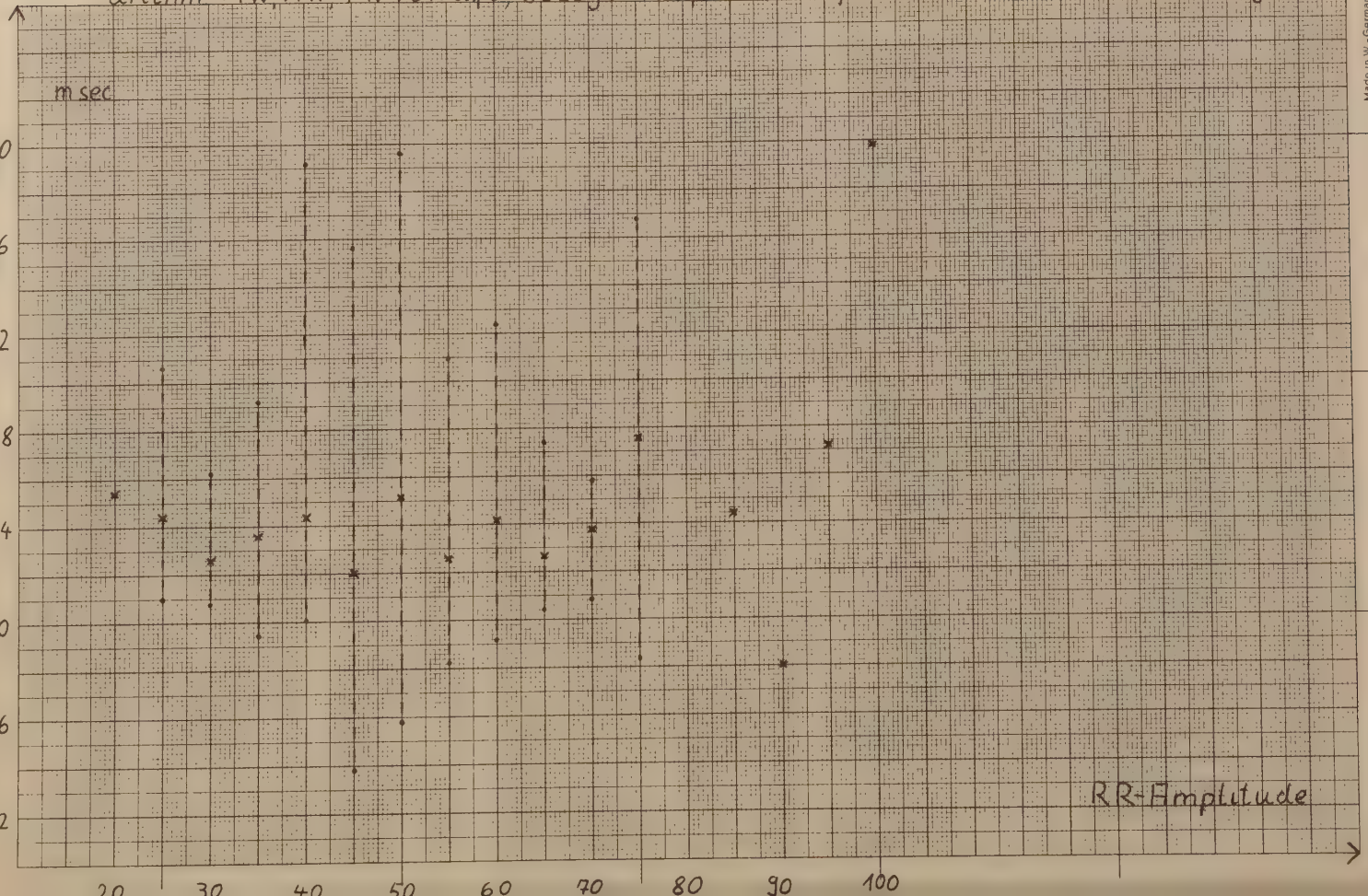

arithm. MW, HW, TW von a. l. bezogen auf RR-diastol.
Darstellung 10
m sec
40
36
32
28
24
20
16
12
RR-diastol.
Made in W.-Germany
Din A 4 210 x 297 mm

Umm MW, MW, i W von a i, bezogen auf RR-Amplitude   Darstellung 11



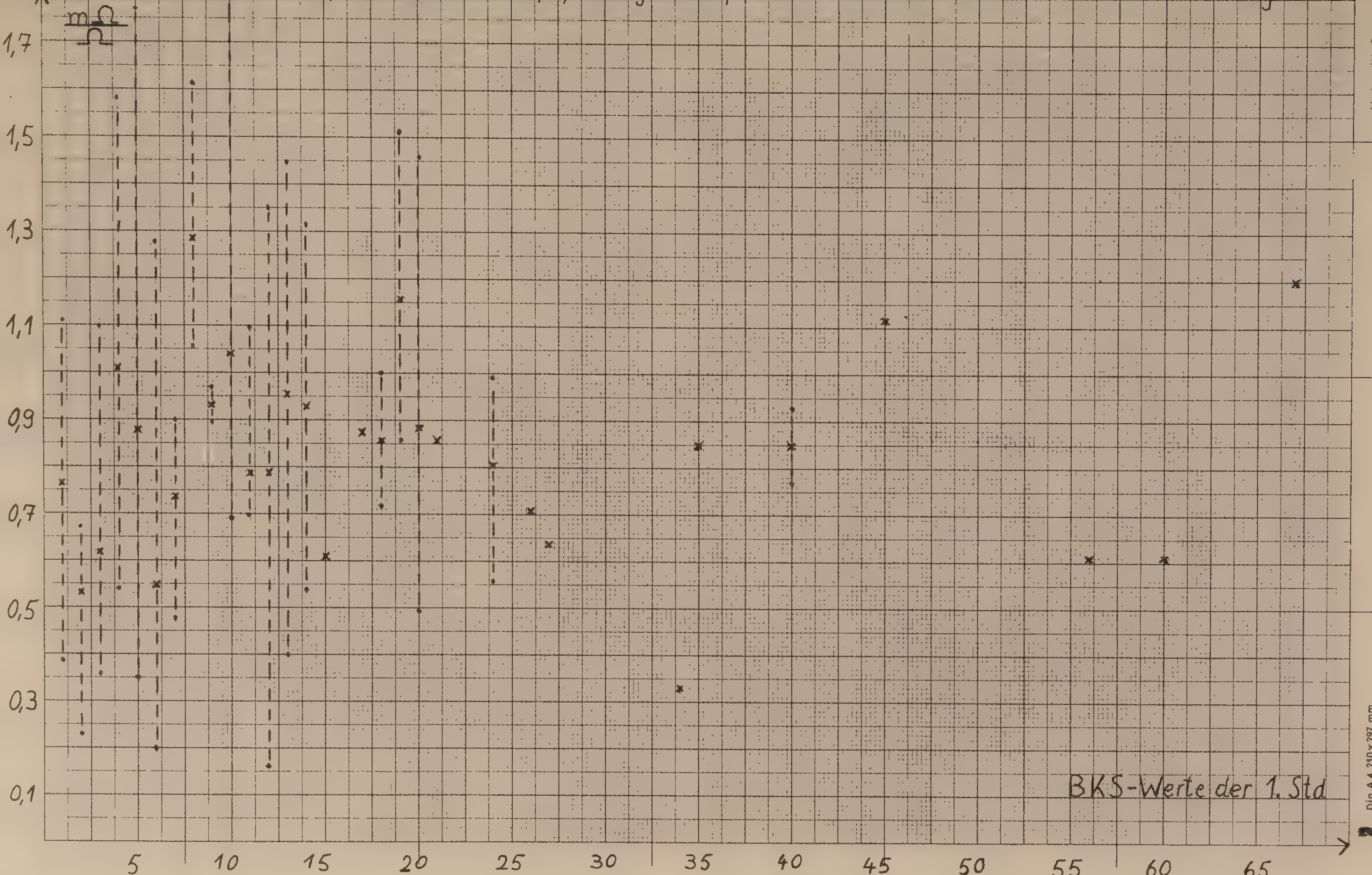
arithm MW, HW, TW von $a_1 t$, bezogen auf RR-Amplitude

Darstellung 12



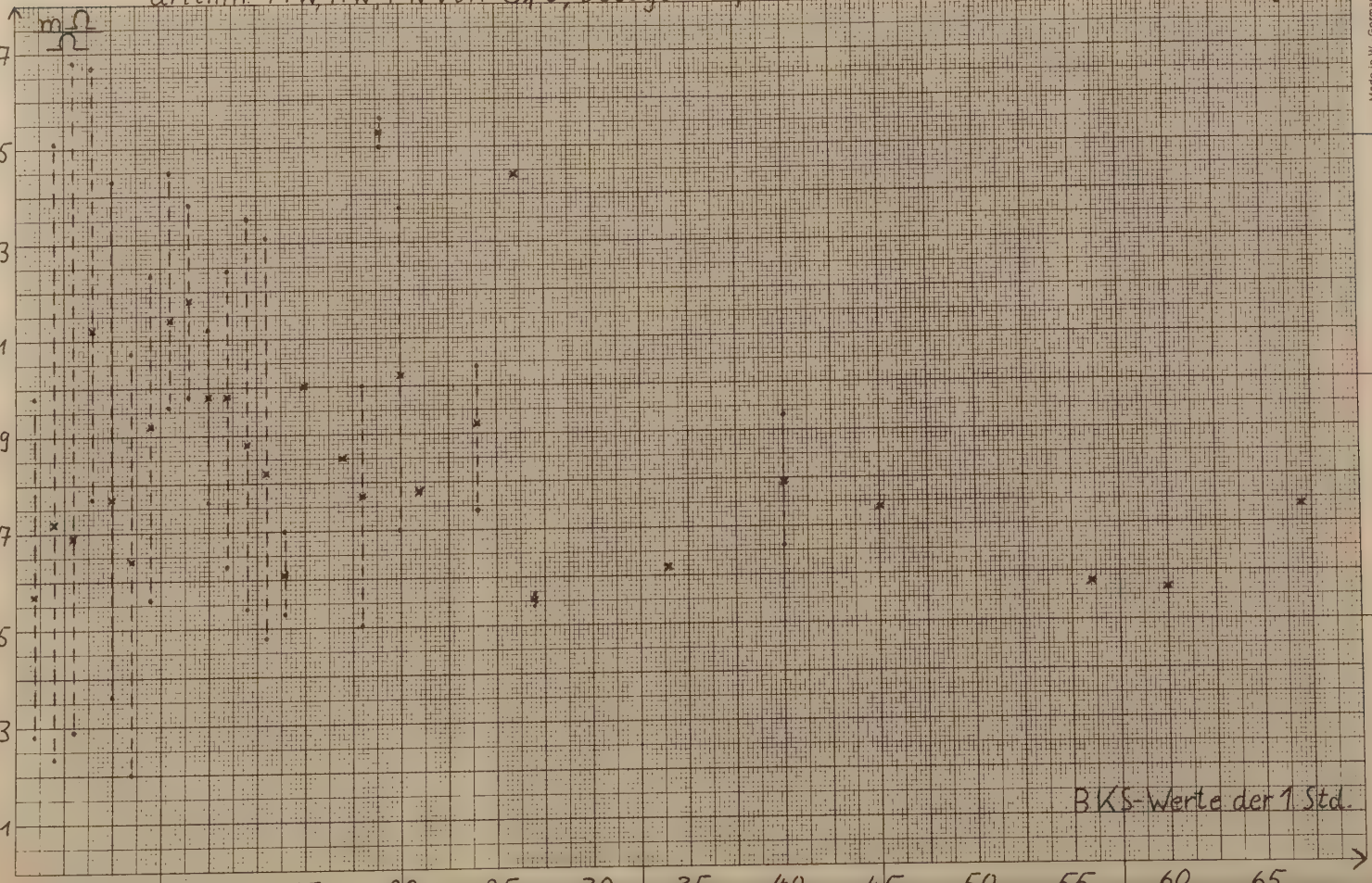
Made in W.-Germany
DIN A 4 210x297 mm

… von U_{1r}, bezogen auf BKS-Werte der 1 Std.   Darstellung 13



arithm. MW, HW, TW von G_1 L, bezogen auf BKS-Werte der 1. Std.

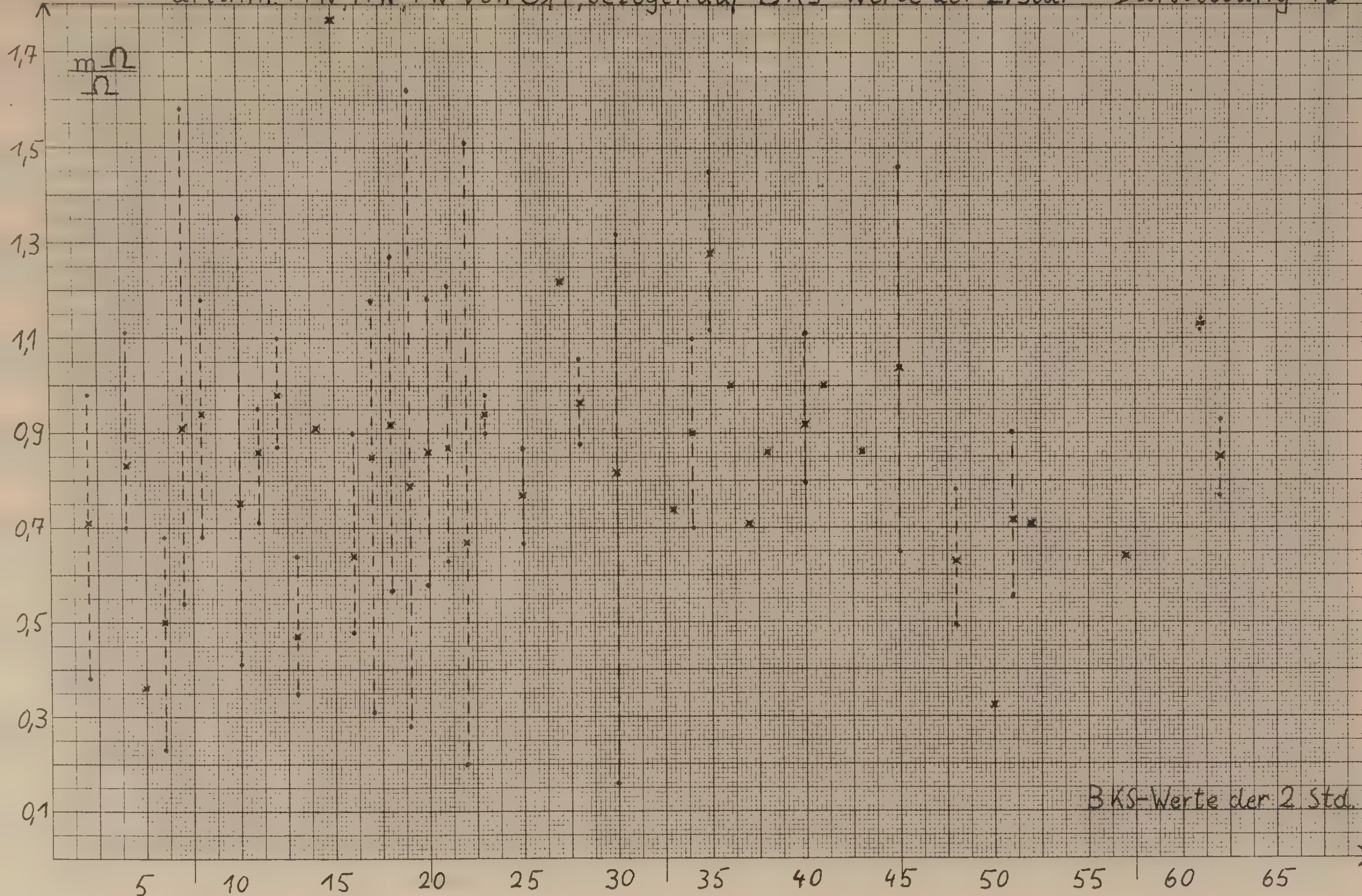
Darstellung 14



Made in W.-Germany

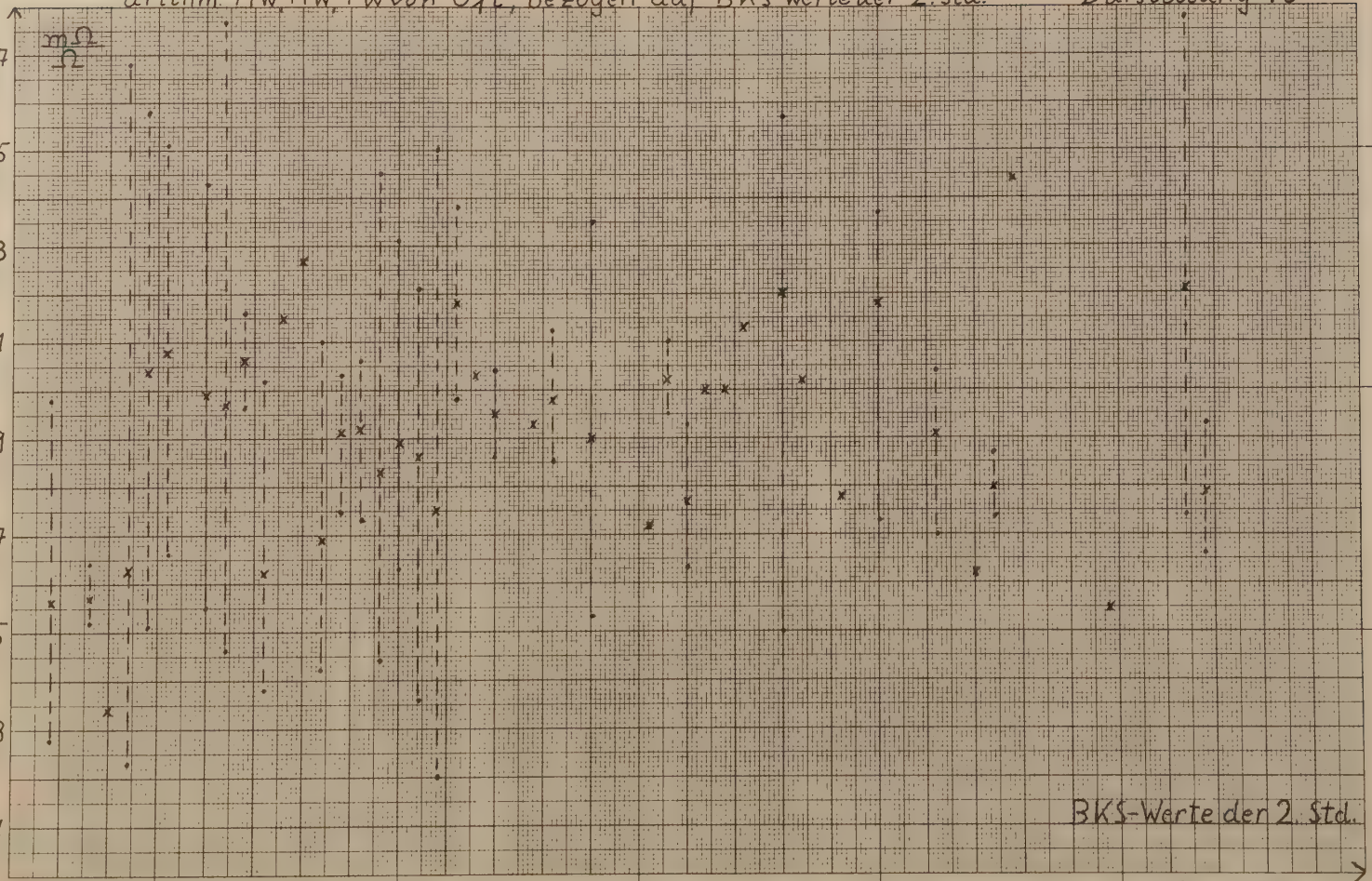
DIN A4 210x297 mm

arithm. MW, HW, TW von G_f, bezogen auf BKS Werte der 2. Std.   Darstellung 13



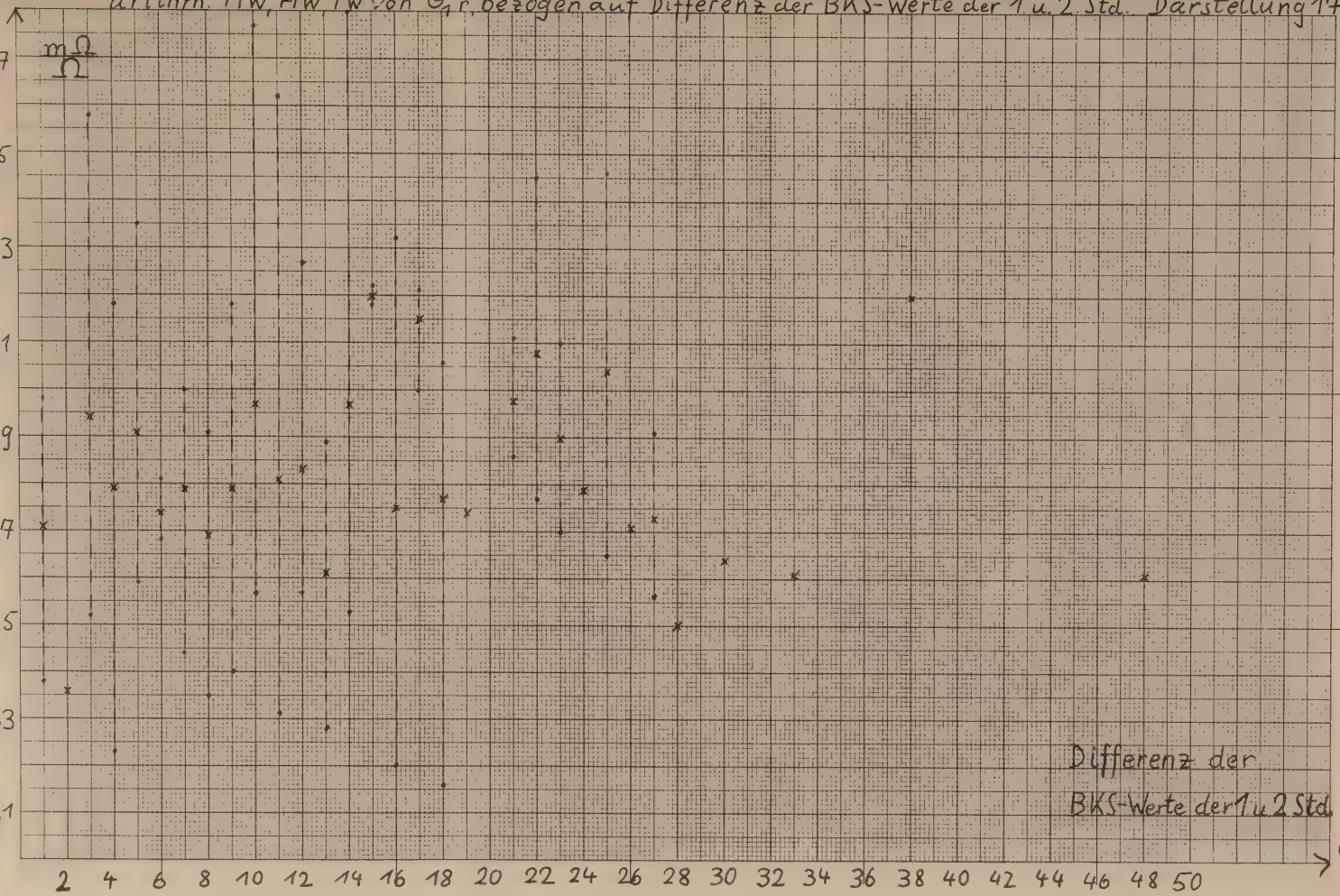
Made in W.-Germany
Din A 4 210x297 mm

arithm. MW HW TW von $G_1 L$, bezogen auf BKS-Werte der 2. Std. Darstellung 16



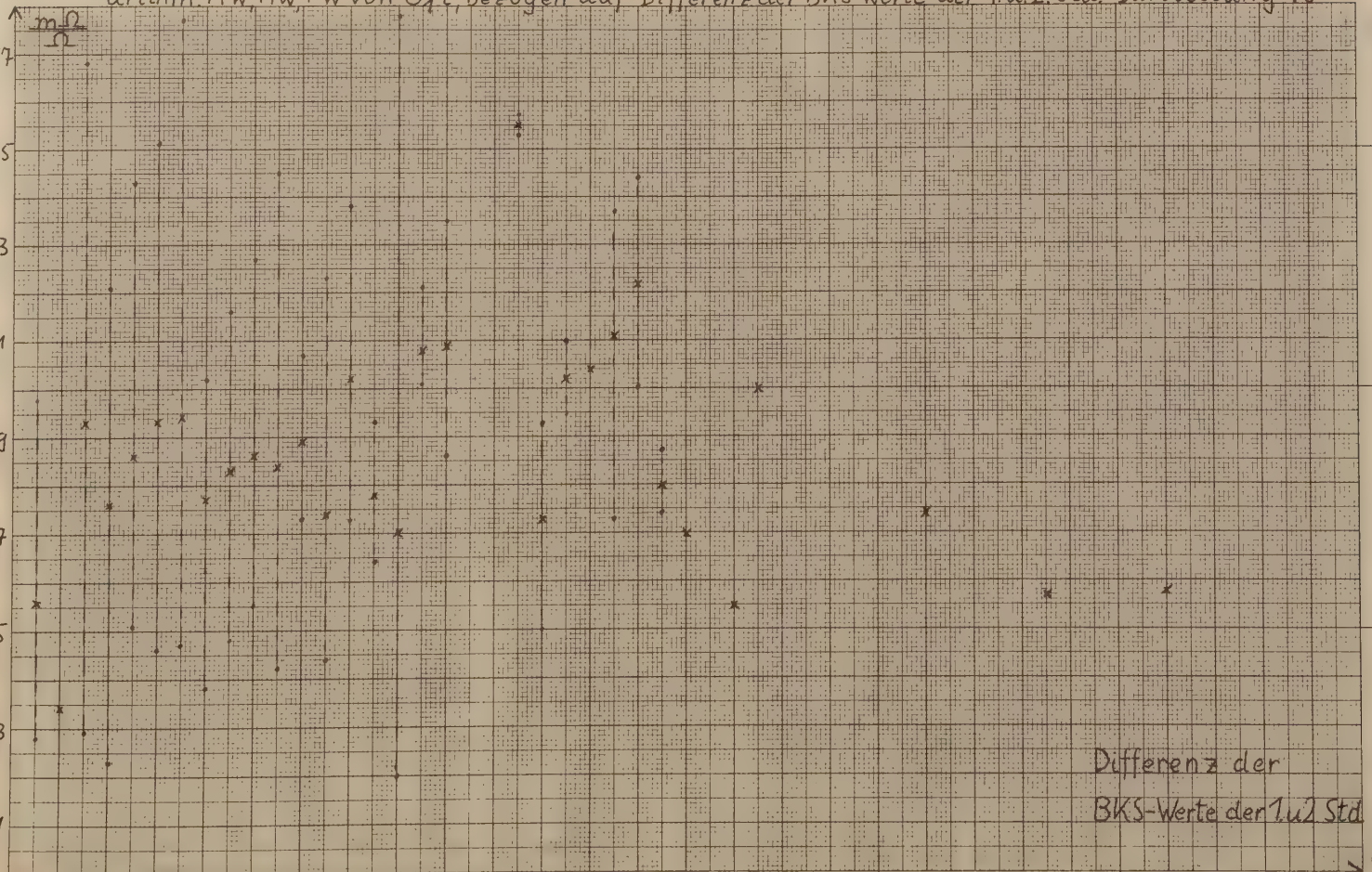
Made in W.-Germany
DIN A4 210x297 mm

arithm. MW, HW, IW von $G_1 r$, bezogen auf Differenz der BKS-Werte der 1 u. 2 Std. Darstellung 17



Made in W.-Germany
Din A 4 210x297 mm

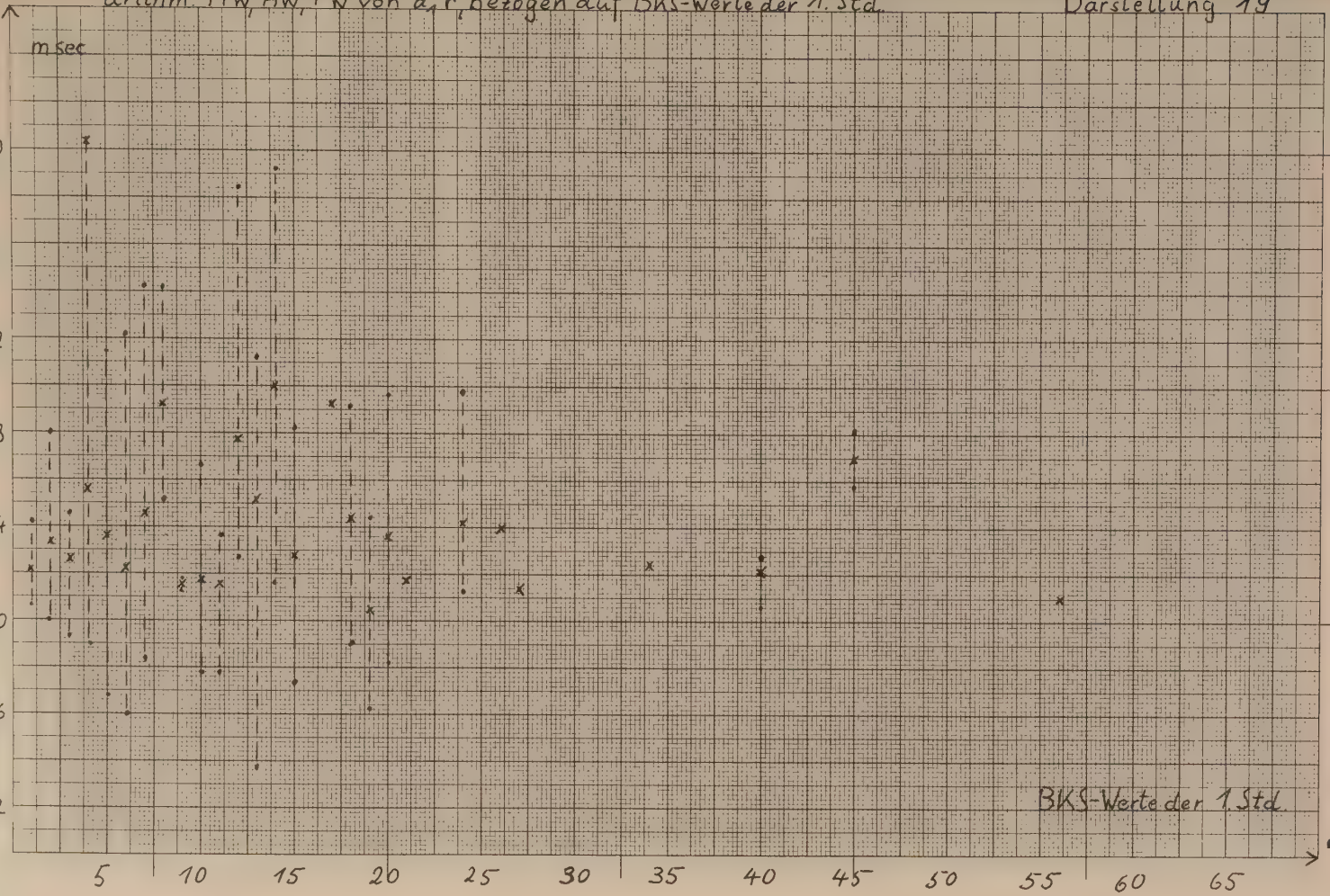
arithm. MW, HW, TW von G_1 l, bezogen auf Differenz der BKS-Werte der 1. u. 2. Std. Darstellung 18



Made in W.-Germany
DIN A 4 210 x 297 mm

arithm. MW, HW, TW von a, r, bezogen auf BKS-Werte der 1. Std.

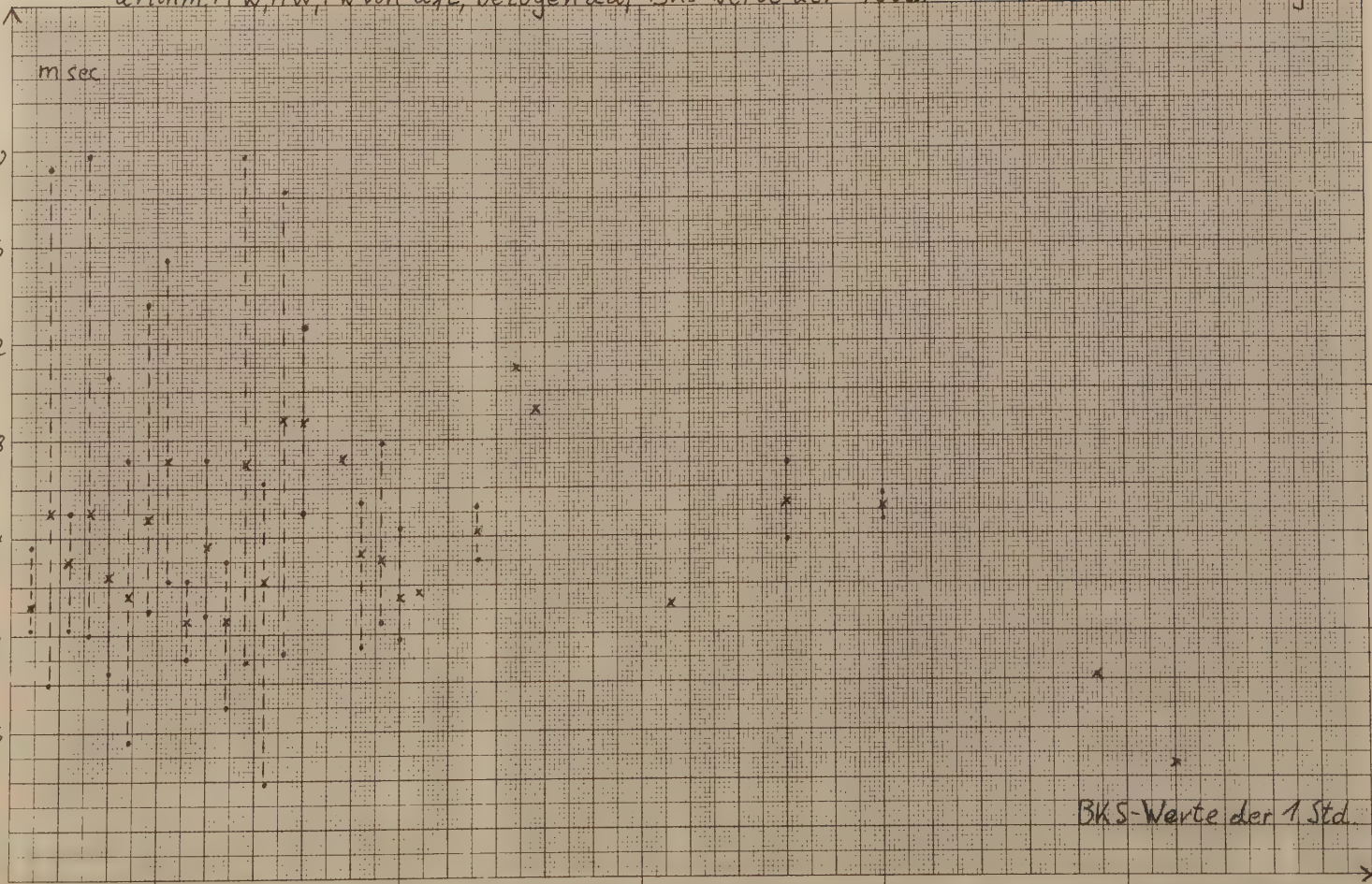
Darstellung 19



Made in W.-Germany
Din A4 210x297 mm

arithm. M W, HW, TW von a₁L, bezogen auf BKS-Werte der 1. Std.

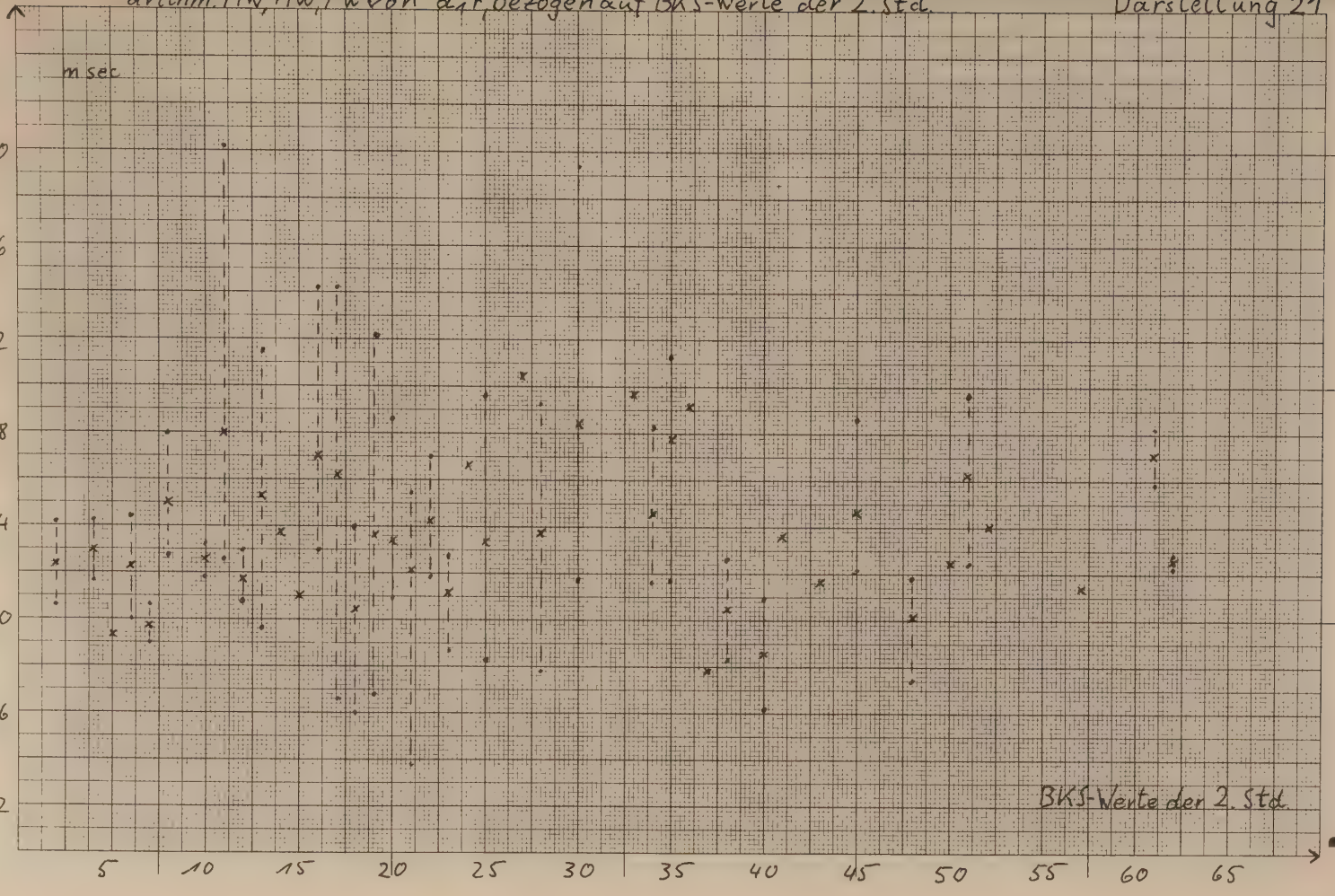
Darstellung 20



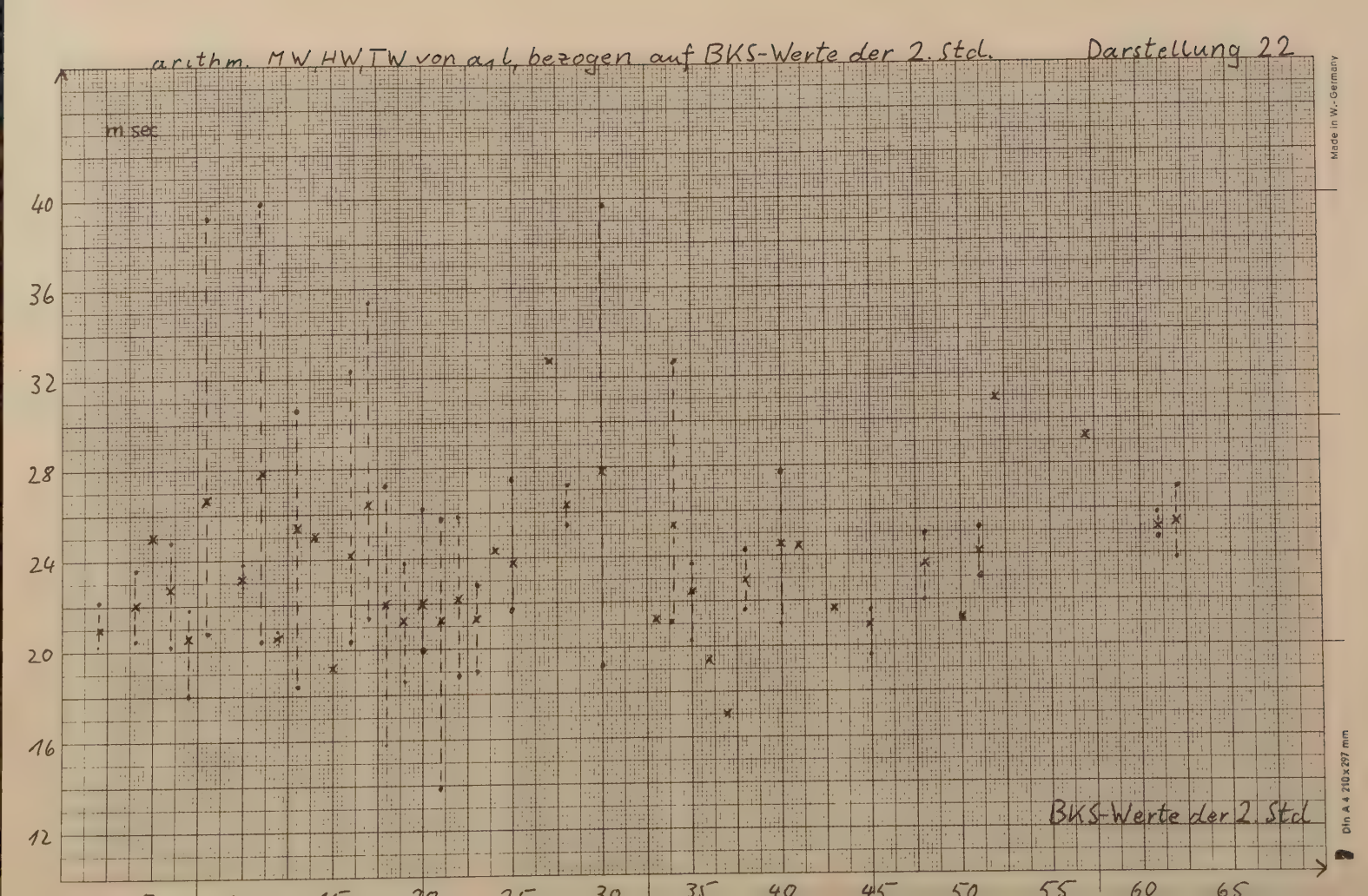
Made in W.-Germany
DIN A4 210 x 297 mm

arithm. MW, HW, TW von a_{1r}, bezogen auf BKS-Werte der 2. Std.

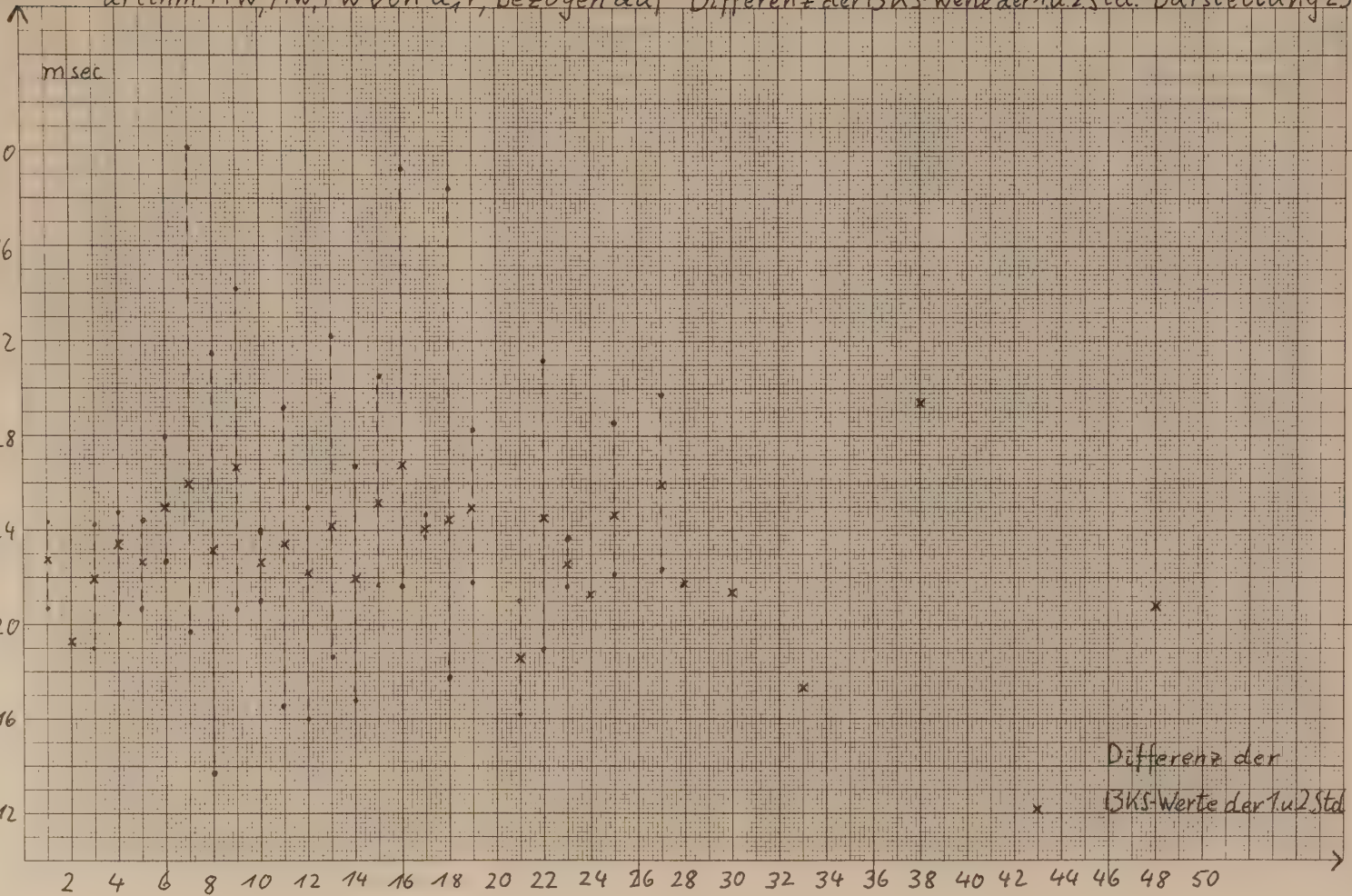
Darstellung 21



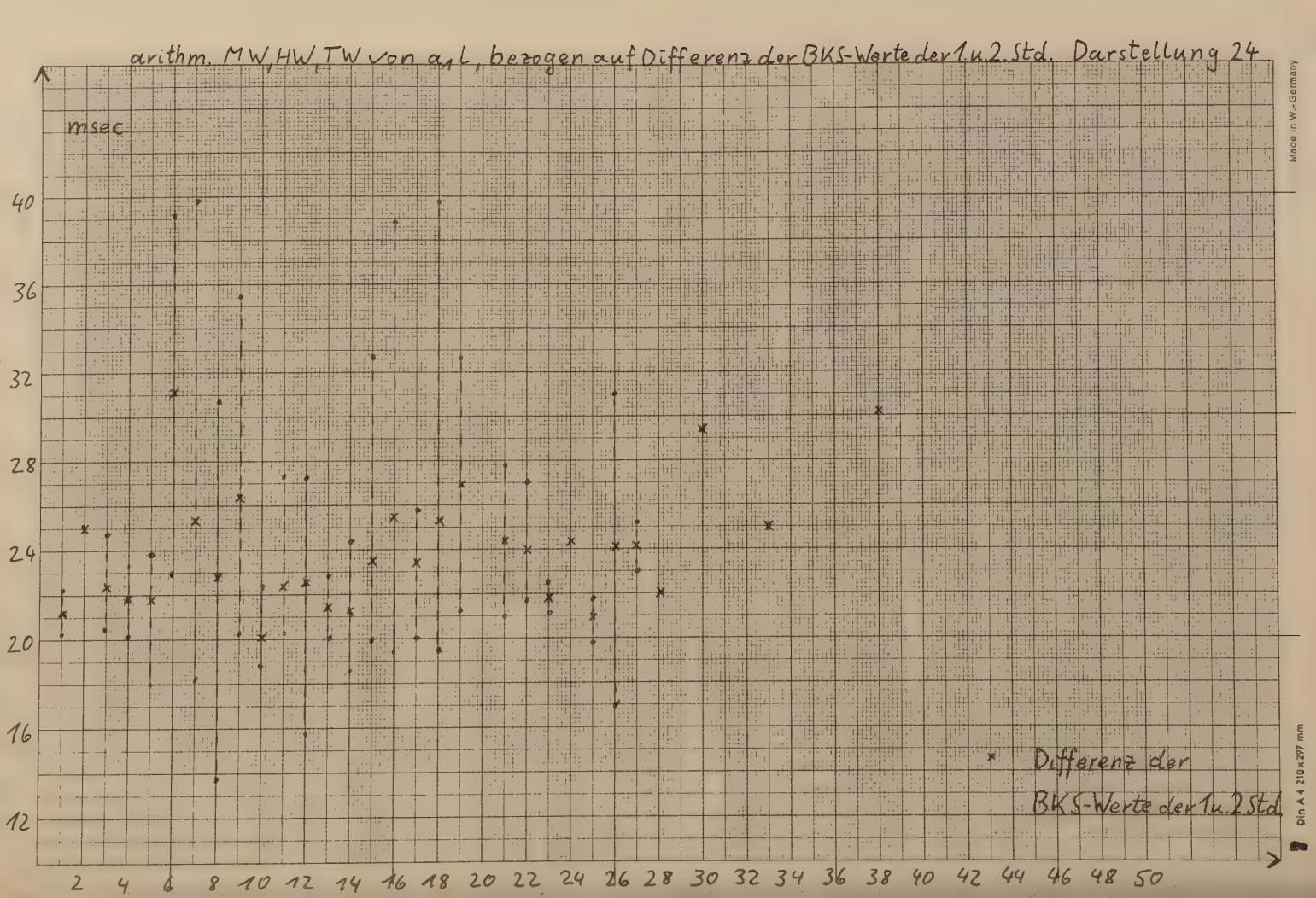
Made in W.-Germany
Din A 4 210 x 297 mm


arithm. MW, HW, TW von a, l, bezogen auf BKS-Werte der 2. Std.
Darstellung 22
m sec
40
36
32
28
24
20
16
12
BKS-Werte der 2. Std
Made in W.-Germany
DIN A 4 210x297 mm

arithm. MW, HW, TW von a, r, bezogen auf Differenz der BKS-Werte der 1. u. 2. Std. Darstellung 23



Made in W.-Germany
Din A 4 210 x 297 mm


arithm. MW, HW, TW von a, l, bezogen auf Differenz der BKS-Werte der 1. u. 2. Std. Darstellung 24
msec
40
36
32
28
24
20
16
12
2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50
Differenz der
BKS-Werte der 1. u. 2. Std.
Made in W.-Germany
DIN A 4 210 x 297 mm

Herrn Prof.Dr.Johann Kugler danke ich
für die Überlassung des Themas und die
freundliche Unterstützung, sowie für
seine Ratschläge zur vorliegenden Arbeit.

LEBENSLAUF

Am 26. Juni 1944 wurde ich, Johannes Kaczynski, in Odrau als drittes von vier Kindern des Oberregierungsdirektors Kurt Kaczynski und seiner Ehefrau Klara, geborene Barnowski, geboren.

Von September 1950 bis Juli 1955 besuchte ich die Volksschule in Rosenheim. Im September 1955 trat ich in das Humanistische Gymnasium in Rosenheim ein, das ich nach dem Abitur 1965 verließ.

Im November 1965 immatrikulierte ich mich an der Universität München in der Humanmedizinischen Fakultät. Im Herbst 1966 bestand ich das Vorphysikum und im Oktober 1968 die ärztliche Vorprüfung. Im Herbst 1971 legte ich das Staatsexamen ab.